氣象資訊之智慧應用計畫

（核定本）

計畫全程：109年1月1日至112年12月31日

交通部中央氣象局

中華民國108年8月

摘要

中央氣象局（以下簡稱本局）因應現代社會對於氣象資訊應用的需求，擬定「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」、「開創多元化氣象服務管道」3大業務目標，深耕氣象作業與科學技術的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，深化氣象資訊應用的普及性，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，為政府與民眾提供優質的氣象資訊。

本局依循行政院104年08月14日院授主預彙字第1040101715A號核定「氣象資訊之智慧應用服務（I）」之8年期整體規劃構想，第1階段的4年計畫將於108年執行完畢。配合智慧政府數位創新的發展策略，並延續「氣象資訊之智慧應用服務（I）（105至108年）」第1階段的智慧應用概念，推動第2階段「氣象資訊之智慧應用計畫（109至112年）」（以下簡稱本計畫），規劃以4年期程，參照行政院「數位國家・創新經濟發展方案DIGI+」（106至114年）」的「數位國家、智慧島嶼」總政策綱領，以滿足新世代政府與社會的需求為目標，規劃以尖端氣象科技為基底，以數位創新服務為途徑，推動生活化與防災化的氣象資訊服務策略，將進階的數位創新智慧思維注入氣象應用服務，並積極推動政府機關間及政府與產業間的跨域應用合作，擴大民眾與產業的受益。

本計畫所需經費約新臺幣29億9,799.1萬元，期程自109年起至112年止為期4年。本計畫分為兩部分，第一部分為有關氣象測報科技研發、應用服務和作業支援資訊系統發展之工作項目，主要延續前期「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」規劃，惟為配合國家推動數位化政府政策且因應現代化社會與時俱進的氣象資訊應用需求，新增智慧化數位創新服務與跨域應用等，上述工作項目擬由本局申辦之科技計畫「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」下之科技預算經費編列，所需經費新臺幣14億7,876.1萬元。另，前期計畫執行期間因經費刪減或不足，為持續提高模式預報準確度

與精細度，以及建構安全無虞之24小時作業環境，本計畫規劃更新下一代高速運算電腦、擴增大量資料儲存量能、建構智慧型管理以及安全穩定的機電環境，**擬額外請增科技預算申請額度**，所需經費新臺幣15億1,923萬元。

本計畫訂定「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」，及「拓展氣象前瞻技術，連結國際」3大業務目標，以9個重點工作項目與22個分項工作來落實整體計畫的執行，欲達成之主要目標包括：

一、以人為本，深化在地氣象服務，擴大災害防救應用及提升多元跨域協作與經濟效益評析，以回應在地需求，深化氣象多元服務；

二、打造氣象智能應用服務，建構數位創新服務平台和強化數位資訊基礎建設，達成廣泛應用創新科技以開發智能應用；

三、提升定量氣象預報能力，精進無縫隙氣象預報技術並掌握氣候監測與預警能力，積極結合國際發展趨勢，開發先進氣象前瞻測報技術。

綜上，本計畫藉著善用數位科技的力量，推動創新智慧氣象公共服務，滿足民生與經濟發展需求，並持續開發先進氣象科技技術，以加強國家面對氣候變化的調適及抵禦能力，期以建立「更精確、更即時、更全面」的氣象服務能力，提供「人民的生活、社會的生計、群眾的生命」所需的定量氣象測報資訊，進一步配合「以科技為基礎」、「以人為本」的智慧化數位政府目標。

目錄

圖目 …… 5

表目 …… 7

壹、 計畫緣起……9

一、 依據……9

二、 未來環境預測……19

三、 社會參與及政策溝通情形……34

四、 問題評析及採取的策略……37

五、 SWOT 分析……43

貳、 計畫目標……47

一、 目標說明……49

二、 達成目標之限制……53

三、 績效指標、衡量標準及目標值……56

參、 現行相關政策及方案之檢討……69

一、 前期計畫執行成果……69

二、 現行方案之檢討……74

三、 與本局其他計畫之關連性……80

肆、 執行策略及方法……81

一、 主要工作項目……81

二、 分期（年）執行策略……90

三、 執行步驟（方法）與分工……120

伍、 期程與資源需求……150

一、 計畫期程……150

二、 所需資源說明……150

三、 經費需求（含分年經費）及與中程歲出概算額度配合情形……152

四、 經費來源及計算基準……155

陸、 預期效果及影響……159

一、 深化氣象多元服務，連結在地……160

二、 促進智能創新應用，連結未來 164
三、 拓展氣象前瞻技術，連結國際 170
柒、 附則 178
一、 財務計畫 178
二、 風險評估 182
三、 替選方案之分析及評估 184
四、 有關機關配合事項 186
五、 中長程個案計畫自評檢核表 187
六、 中長程個案性別影響評估檢視表 191
附錄一：本局高速運算電腦之使用現況與需求分析 207
附錄二：本計畫跨領域需求訪談紀錄 219
附錄三：氣象資訊之智慧應用計畫與前期規劃差異說明 234
附錄四：本計畫與本局其他計畫之相關 237
附錄五：「研商中央氣象局『氣象資訊之智慧應用計畫』（草案）會議」委員意見與意見處理回復 242
附錄六：經費資源分析 249
附錄七：本計畫硬體設備採購規劃 256
附錄八：高速運算電腦近年的突破性研究成果與發展挑戰（成功大學 超級電腦計算研究中心 黃吉川教授提供文稿，中央氣象局編修） 269
附錄九：中英名詞對照表 275

圖目

圖 1、自民國 72 年起中央氣象局所執行之連續 6 期的氣象業務現代化發展主軸計畫，第 1 階段（P6-I）將於 108 年執行完畢。 9

圖 2、105 至 117 年世界各國氣象衛星發射時程進度表。 22

圖 3、107 年調查各主要國家氣象作業單位之高速運算電腦運算能量。 23

圖 4 、本局「氣象資訊之智慧應用服務計畫(I)」與政府單位其他相關計畫之關聯。 39

圖 5、氣象業務推動目前遭遇問題之分析。 40

圖 6、本計畫主要目標與工作項目架構圖。 48

圖 7、「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I)」主軸。 69

圖 8、近年推展氣象服務之重要實績。 70

圖 9、「氣象資訊之智慧應用計畫」整體計畫工作範疇。 81

圖 10、本計畫分項工作之架構關聯圖。 89

圖 11、深化在地氣象服務之策略工作架構圖。 90

圖 12、擴大災害防救應用之策略工作架構圖。 92

圖 13、提升多元跨域協作與經濟效益評析之策略工作架構圖。 95

圖 14、打造氣象智能應用服務之策略工作架構圖。 99

圖 15、建構數位創新服務環境之策略工作架構圖。 102

圖 16、強化數位資訊基礎建設之策略工作架構圖。 104

圖 17、提升定量氣象預報能力之策略工作架構圖。 108

圖 18、精進無縫隙氣象預報技術之策略工作架構圖。 111

圖 19、掌握氣候監測與預警能力之策略工作架構圖。 113

圖 20、107 年調查各主要國家氣象作業單位之高速運算電腦運算能量。 209

圖 21、國際作業中的全球和區域預報模式解析度。 209

圖 22、本局高速運算電腦在 107 年第三季期間，一天 24 小時內每小時平均的使用百分比。 211

圖 23、本計畫與「氣象資訊之智慧應用服務計畫」全期規劃以及和前期計畫規劃之關連性。 236

圖 24、本計畫與本局其他計畫之關連性。 241

表目

表 1、國際作業中的全球預報模式概況。 21

表 2、國際作業中的區域預報模式概況。 21

表 3、氣象資訊服務經濟價值初步評估。 30

表 4、本計畫之 SWOT 分析。 43

表 5、「深化氣象多元服務，連結在地」績效指標。 57

表 6、「促進智能創新應用，連結未來」績效指標。 60

表 7、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」績效指標。 64

表 8、「深化氣象多元服務，連結在地」工作時程表。 96

表 9、「促進智能創新應用，連結未來」工作時程表。 106

表 10、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」工作時程表。 116

表 11、本計畫期程規劃表（甘特圖）。 150

表 12、計畫所需本局現有人力資源需求表（人年）。 151

表 13、本計畫分年經費需求總表。 154

表 14、深化氣象多元服務預期成果。 160

表 15、深化氣象多元服務預期效益及影響。 162

表 16、促進智能創新應用預期成果。 165

表 17、促進智能創新應用預期效益及影響。 167

表 18、拓展氣象前瞻技術預期成果。 170

表 19、拓展氣象前瞻技術預期效益及影響。 174

表 20、本計畫高速運算電腦採購規劃。 217

表 21 氣象資訊之智慧應用計畫與前期規劃差異說明。 234

表 22、發展總經費分析表。 249

表 23、資訊服務資源分析表。 250

表 24、委辦及國內外學者資源分析表。 251

表 25、硬體設備（含機械）資源分析表。 252

表 26、國內學研軟體系統開發資源分析表。 253

表 27、國外單位軟體系統開發資源分析表。 254

表 28、資訊廠商軟體系統開發資源分析表。 255

壹、計畫緣起

一、 依據

交通部中央氣象局（以下簡稱本局）為我國氣象業務的主管機關，也是我國防救災體系的一環，相關的業務範圍包括氣象、海象、地震及與氣象有關的天文，各項業務的內容與政府的相關作業和經濟應用及民眾的生活息息相關。為因應現代社會對於氣象服務的需求，本局擬定「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」、「開創多元化氣象服務管道」3大發展主軸，深耕氣象作業與科學技術的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，深化氣象資訊應用的普及性，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，為政府與民眾提供優質的氣象資訊。

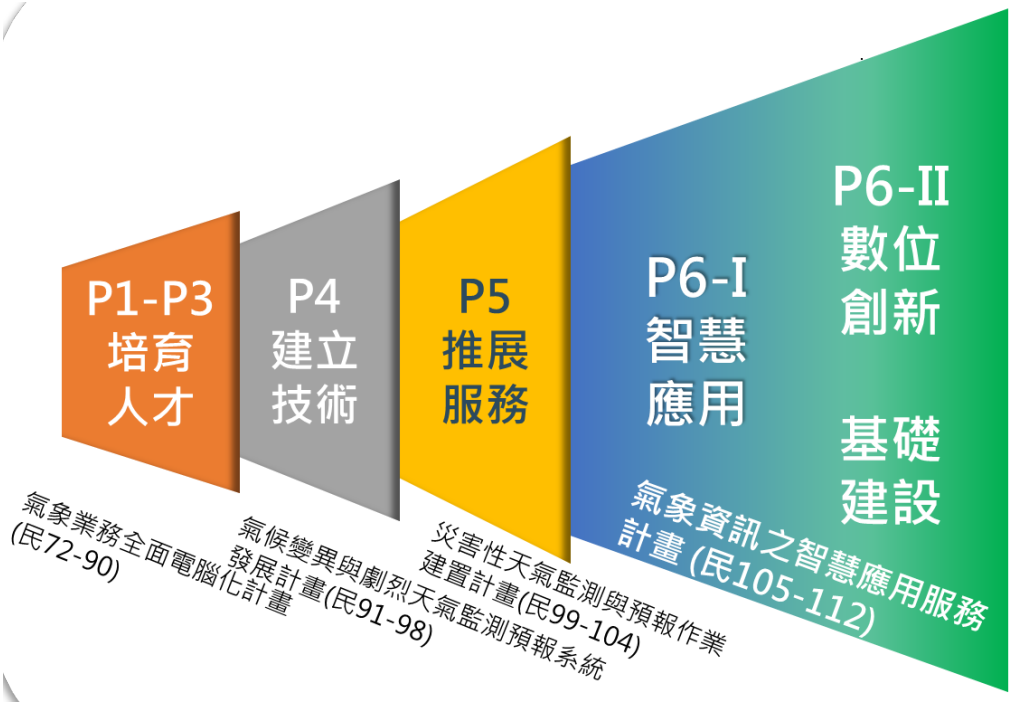


圖 1、自民國 72 年起中央氣象局所執行之連續 6 期的氣象業務現代化發展主軸計畫，第 1 階段（P6-I）將於 108 年執行完畢。

為推動國家氣象科技與服務的現代化與永續發展能力，本局自民國72年起持續執

行一系列的業務發展計畫：「氣象業務全面電腦化計畫」，長期以來接續執行不同階段的主軸計畫（如圖1），計畫目標由人才培育、技術建立、服務推展到智慧應用，從而持續提升本局氣象業務，逐步從氣象業務電腦化，建立現代化氣象作業，到近期氣象監測與預報科技能力的提升，帶動鄉鎮預報技術的發展，使整體氣象作業效能邁入新的里程碑，同時也推動氣象多元化服務，為政府與民眾創造更高的氣象應用價值。

本局依循行政院104年08月14日院授主預彙字第1040101715A號核定「氣象資訊之智慧應用服務（I）」之8年期整體規劃構想，第1階段（如圖1 P6-I）的4年計畫將於108年執行完畢。配合智慧政府數位創新的發展策略，並延續「氣象資訊之智慧應用服務（I）（105至108年）」第1階段的智慧應用概念，推動第2階段「氣象資訊之智慧應用計畫（109至112年）」（以下簡稱本計畫，如圖1 P6-II），規劃以4年期程，參照行政院「數位國家・創新經濟發展方案DIGI+」（106至114年）」的「數位國家、智慧島嶼」總政策綱領，以滿足新世代政府與社會的需求為目標，規劃以尖端氣象科技為基底，以數位創新服務為途徑，推動生活化與防災化的氣象資訊服務策略，將進階的數位創新智慧思維注入氣象應用服務，提供民眾及社會有感的資訊服務，並積極推動政府機關間及政府與產業間的跨域應用合作，擴大民眾與產業的受益。

本計畫主要依據國家防災需求、科技發展政策、數位應用與智慧創新發展，以及行政院與交通部施政方針等政策指導進行規劃，分別概要說明如下：

(一) 108年4月30日「韌性臺灣-全國治水會議」

確立四大論點、12項共識結論，其中論點三之第3項共識結論強調「政府應更為重視氣象預報的重要性，強化相關軟硬體的投資，提供更早更精準的雨量預報」。

(二) **108年3月27日，中央災害防救委員會第36次會議**

陳副院長兼主任委員其邁主持，該次會議決定：

肯定中央氣象局對精進災害天氣監測及預報所做之努力，未來更將應用科技智慧，提升氣象應用服務之功能，對中央氣象局所提「氣象資訊之智慧應用計畫」有其重要性，請中央氣象局循中長程計畫編審程序積極辦理。

(三) **因應0823熱帶性低氣壓所帶來的豪雨災情，總統府於107年8月24日發佈新聞稿，指出：**

蔡英文總統與中央災害應變中心進行視訊會議，了解政府團隊目前在防、救災以及復原的整備狀況，指示極端氣候及帶來的嚴重災害是各國嚴重挑戰，而氣象預報和預警是重中之重，要求氣象局持續向民眾說明天氣狀態，以及在第一時間讓地方政府掌握最充足的氣象資訊；未來，也請研究如何提供更即時、更區域性的精確資訊，告知民眾防災訊息，採取防災行動。

(四) **107年8月30日，107年行政院會議案：0823熱帶低壓水災應變處置作為**

在行政院院長主持的該次院會上，中央氣象局報告「0823熱帶低壓水災應變處置作為」，報告中研析低氣壓強引發豪雨情形及氣象歷史資料，會議結論：

氣象局近年24小時定量降水預報技術雖有顯著進步，但準確率仍待持續提升。而颱風以外的天氣系統之定量降水預報與更短延時之強降雨預報更是國內外最困難的挑戰。在面臨氣候變遷的挑戰和威脅下，各界對氣象資訊的殷切需求，氣象局將持續加強氣象科技發展與應用，期能將氣象資訊之防災應用與經濟效益，發揮最大綜效。

(五) **107年9月10日賴清德院長視察中央氣象局**

熱帶性低氣壓與中颱山竹接力威脅臺灣，賴清德院長於107年9月10日視察中央氣象局，於此次視察時期許氣象局能做到三點：

1. 做最正確的預報，不管颱風路徑、雨量下在哪，都能提供最正確的預報；
2. 提供最即時的預報，氣候變遷愈來愈嚴重，瞬間差異很大，希望氣象局掌握每一分鐘變化，將訊息及時提供社會應用；
3. 為「最全面的服務」，氣象資料不僅提供政府參考，士農工商無論陸地、山上、海上都需要，也要兼顧各行各業民眾。

(六) 107年9月19日，中央災害防救委員會第35次會議

施副院長兼主任委員俊吉主持，該次會議報告事項二：高溫資訊發布情形與檢討以及0823熱帶性低氣壓預報後續策進作為。決定：

1. 0823熱帶低壓依照國際氣象組織之定義，雖未達到颱風標準，但風浪卻造成7艘貨輪擱淺，中南部地區多日降雨導致淹水災情，顯現當熱帶性低氣壓接近或登陸臺灣陸地時，不論風力或雨量，其致災性都類似颱風。中央氣象局調整現行氣象預報作業，比照颱風的氣象服務頻率，提供熱帶性低氣壓各項預警資訊的做法，務實而且正確。賴院長在9月10日視察中央氣象局時，期許氣象局除應做「最正確」及「最即時」之預報外，更重要的是提供各級政府防救災人員，以及各行業從業人員「最全面的服務」，請據以執行。
2. 近年來臺灣地區高溫事件頻傳，交通部中央氣象局應適時精進高溫資訊發布，使政府及民眾能即時採取適當措施，另本院農業委員會黃副主委所提冬季暖化及超級寒流將可能造成農業損失，亦請交通部中央氣象局適時加強預報，以提供從事農林漁牧民眾提前作好因應措施。
3. 中央氣象局應將各直轄市、縣市可能發生高溫之區域於高溫資訊中具體揭露，後續中央及地方政府相關權責機關也應依據不同燈號之高溫資訊執行有效之因應措施。
4. 對於中央氣象局所提超級電腦更新計畫及預算，請依行政程序持續推動辦理。

(七) **107年11月20日「全國治水檢討會議」第3次工作籌備會議紀錄**

因應0823熱帶低壓水災，行政院長賴清德指示經濟部規劃召開「全國治水檢討會議」，上述會議正籌辦中，其中第3次工作籌備會議，確立6大策略對策具體行動方案，其中第二策略為強化降雨預報精度，包括

1. 颱風及熱帶性低氣壓預報改進
2. 提升災害性天氣情資更新頻率
3. 持續提升高解析數值預報效能
4. 精進災害性天氣監測及災防預警技術

(八) **107年12月27日，行政院第3632次院會決議**

行政院長主持的該次院會上，國家發展委員會陳報「智慧政府規劃」報告，決定：

1. 國發會提報之「智慧政府規劃」屬臺灣加速與國際同步推動政府數位轉型之重要政策，運用人工智慧等新興科技，優化決策品質，建構下一世代智慧政府公私協力治理模式，進而帶來更創新便捷之服務、體現更透明治理之政府，原則同意。
2. 「資料」為發展智慧政府創新服務之核心，請各部會配合智慧政府規劃，破除藩籬，運用安全可信賴之骨幹網路，進行跨機關間資料共享共用，提升資料應用價值。
3. 請各部會優先配置資源辦理政府業務流程全程線上處理等各項具體作為，並從民眾需求加強跨域服務流程改造，請國發會擬定整體行動方案，統籌協調各機關執行，以落實智慧政府目標。

(九) **行政院 108 年度施政方針**

107年3月29日行政院第 3594 次會議通過「行政院108年度施政方針」，其中：

壹、內政、族群及轉型正義

二、完備數位政府基礎環境，深化政府資料治理及開放資料整合應用，強化跨域整合運作，擴大公共政策網路參與。

柒、司法及法制

八、落實「資安即國安」政策，加強資安宣導、培育資安人才、完備資安法制、扶植資安產業及強化關鍵資訊基礎設施資安防護能量，以打造完善的資安基礎環境，作為我國發展數位國家的基石。

(十) **交通部中程施政計畫**（106至109年）

涵蓋6大施政綱要，其中在「郵電氣象與時俱進，貼近民眾生活需求」施政綱要中臚列：

1. 持續整建觀測設施；強化氣候變遷監測及短期氣候預測能力、提升地震速報、定量降雨與即時預報的作業能力、建立本土化災害性天氣量化指標。
2. 將天氣、氣候、地震、海嘯資訊納入災害風險管理機制；拓展防救災的客製化氣象監測預（警）報資訊應用服務、開創多元化生活氣象資訊及傳播服務、深化科普教育宣導；推廣跨機關的氣候資訊應用。

(十一) **行政院「數位國家・創新經濟發展方案（106至114年）」（簡稱DIGI+）**

行政院「數位國家・創新經濟發展方案（106至114年）」中包含7大主軸行動計畫，其中：

1. 主軸行動計畫三：落實各級政府資料治理，建構「跨域整合」、「主動提供」、「量身打造」、「無所不在的服務」的一站式政府智慧服務，打造公私協力、自由存取、組合服務的環境，落實「政府即平臺（Government as a Platform）」的目標。
2. 主軸行動計畫四：結合政府及民間資源，推動智慧城鄉區域聯合治理與建設

，發展以人為本之創新生活應用及公共服務。

3. 主軸行動計畫六：推動大數據和人工智慧前瞻技術發展，帶來新一代殺手級的應用。

(十二) 中華民國科學技術白皮書（104至107年）

「中華民國科學技術白皮書」（104至107年） 係以智慧科技打造永續成長的幸福社會為願景，並以達成科研創新轉化、永續綠能環境、產業科技加值、幸福多元社會等4大目標作為8大策略規劃之核心，其中

第二章　我國科學技術發展現況

第三節　重要科技成就與發展規劃

一、政府重要施政

（十一） 加速推動行動寬頻服務及產業發展

3.消費者權益保障：建構良善的應用環境，確保民眾安心安全使用4G 行動寬頻服務，達到安全與經濟同步發展之雙贏局面。規劃以「提升4G網路服務品質」、「資安檢測及認證」、「永續環境建置」、「公益應用」等四項推動主軸，確保資通安全及民眾權利的保障。

第三章 科學技術發展遠景與策略

第二節　策略

策略二：打造綠能科技國度，形塑低碳智慧社會

（二）、打造安全防災的生活智慧網絡，維護人民生命安全。

聯結產官學研監測及救災系統包括都市規劃、氣象預報、醫療救援、災害風險管理、水土保持、災害潛勢評估與調查、量測與檢測、設施安全監測、電子監測、通訊傳輸等眾多領域，並雲端化安全防災資訊與科技，提供連線警報，即時啟動救災機制。

(十三) 國家科學技術發展計畫 （106至109年）

以「經濟發展」、「智慧生活」、「基礎環境」3大主軸，涵蓋4大目標，其中計畫目標二：「堅實智慧生活科技與產業」

1. 策略一「發展新農業科技提高農產安全」

措施3，發展智慧農業生產與數位服務，開創產銷溝通新模式：

以智農聯盟推動智慧農業生產技術開發與應用：開發農業用智慧感測元件與系統整合體系，以開展自有農業生產場域之生物生產感知系統，結合地理資訊系統（GIS）、氣象與水資源等大數據分析決策模組，推升高質化精準生產；並開發自有人機協同耕作輔具及感測技術，並輔導設置智慧生產代耕中心，減輕農場勞力負擔。

2. 策略二「推動精準醫療科技，維護國民健康」

措施4，創新科技建立重要及新興傳染病風險評估網絡並提升疫苗開發及緊急生產能量：

跨機關資料交換加值運用，輔助疫情監測及預警：結合各類統計資訊與傳染病通報資料，運用雲端大數據彙算，每日自動更新，並將傳染病通報資料整合健保資料、氣象資料、地理資訊系統等，發展傳染病時空聚集分析平臺，建立即時預警機制。

3. 策略三、「精進防災科技減少災害衝擊」

(1) 措施1、「發展提升都會區與流域綜合治理與耐災能力之技術」：

A. 強化氣象短延時強降雨即時監測技術：執行重點包含有劇烈降雨天氣監測網與災害監測系統（含降雨雷達網布建與分析技術）、雨量站監測精度校正與資訊整合、衛星監測技術（福衛5號）等項目。

B. 強化流域氣象致災性天氣系統監測技術：執行重點包含致災性降雨天氣監測網與災害監測系統、雨量站監測精度校正與資訊整合、衛星監

測技術（福衛5號）等項目。

(2) 措施2、「提升國土坡地及自然資源永續與耐災能力」：

A. 運用高科技遙測技術進行國土監測：執行重點包括應用各波段衛星、航攝影像及無人載具技術，發展全面性國土監測，以達到各項災害，包括洪、旱、土石（坡地）、地震、及海象等可能災害之早期警報及綜合防災。

B. 提升劇烈天氣山區降水預估能力及精度：執行重點包括提升雷達降雨QPESUMS網格解析度，減少山區觀測死角，及建置高山地區雷達降水觀測系統及短中長期降水估計模式等。

(十四) **服務型智慧政府推動計畫-第五階段電子化政府計畫（106至109年）**

伍、執行策略及方法

1. 發展跨域一站整合服務：

(1) 專業決策—服務創新再造：集合民間、企業及政府高階專家共同擘畫政府數位服務藍圖，並透過巨量資料分析掌握民意趨向，提升政府決策品質。

(2) 服務整合—前台一致、後台整合之服務體驗：建立一致操作方式之前台數位服務入口，後台以政府業務申辦程序為基礎，整合政府機關申辦業務服務，滿足民眾一站式服務（one-stop service）需求。

(3) 資料活化—民眾資料自主應用：建立民眾資料自主應用機制，在民眾同意的基礎之上，賦予民眾安全、便利地使用其資料之控制權，讓資料活化使用，效益更為透通延伸。

2. 打造多元協作環境：

(1) 資料治理—建立應用標準：從資料、流通、資訊、服務層面訂定完整之政府治理資料作業規範。

(2) 開放協作—全民協作跨域合作：深耕政府開放資料品質，推動氣象領域資

料標準，以及提升開放資料品質，降低政府資料應用門檻與困境。

玖、資安與個資風險評估及資安防護機制

本計畫以「資通安全責任等級分級辦法」為原則，請各主辦機關依計畫或資訊系統依規模，投入必要且適當之資安防護基準作業。

二、 未來環境預測

(一) 氣候變遷下的氣象災害

聯合國氣候變遷小組（IPCC）在107年提出之全球暖化1.5˚C特別報告中指出，人類活動所導致的地球暖化可能在西元2030年到2052年之間達到1.5˚C，並指出全球暖化將加強極端氣候事件發生的機率及其對社會經濟的衝擊。臺灣位居全球最易遭受氣象災害風險的區域之一，根據74 -106年統計（躉售物價指數以民國100年為基期），臺灣平均每年氣象災害之損失約新臺幣186.6億元，其中以災害分類來看，農業損失占52.4%居首位，水利設施占23.6%次之，其餘依序為公路損失占14.6%，漁業損失占7.4%，鐵路損失則占2.0%。若就導致災害的天氣系統來看，颱風損失占81.9%居首位，豪雨損失占12.3%，其餘依序為寒害損失為4.7%，旱災為0.7%，冰雹為0.3%，焚風為0.01%，其他災害則占0.11%。綜合颱風和豪雨造成臺灣氣象災害損失即達94.2%，由此可見颱風及豪雨導致之災害對臺灣經建成長危害極大。就以農業來說，臺灣農業氣象災害損失金額近10年約在新臺幣10億至200億元之間，約占農業總產值2-5%。其中農作物損失占82%，漁產損失約占10%，其餘為畜牧與林業。氣象災害類別則以颱風、豪雨、寒害及乾旱為主，也包括較局地的冰雹、龍捲風及焚風等，其中颱風及豪雨占農業氣象災害損失的96%。

而根據世界氣象組織的評估指出，由準確的預報加上適當之防災措施，可以減少10%至30%的氣象災害損失，因此，若能強化對災害性天氣的監測、預報與預警作業能力，並在政府相關機構的密切配合下，估計其潛在的減損效益每年至少可高達18億元。再從氣象資訊的積極應用面而言，有效應用氣象測報資訊，也更可創造經濟利益與提升生活品質，例如根據中華經濟研究院研究指出（詳本章第五節：氣象經濟效益評量之發展趨勢）氣象服務在農業、水資源、能源之經濟價值每年約40億。

故而，在氣候暖化可能加劇極端天氣的趨勢下，持續增進國家氣象作業與預警效能，並趨吉避凶以創造更多的經濟效益，是當前不容刻緩的重要議題。

(二) 數值天氣預報技術與時俱進

數值天氣預報於50年代開始發展，到80年代便成為中短期天氣預報不可或缺的參考基準。數值天氣預報的成功因素包括足夠與準確的氣象觀測資料配合有效的資料同化技術、合理精確的數值天氣預報模式、及具高速運算能力的電腦資源等，因此，我們可以說數值天氣預報是大氣科學的總其成者，是天氣與氣候預報、氣象服務最重要的基礎；而數值天氣預報技術的發展往往也帶動氣象各領域專業能力的提升。

國際上主要的區域數值天氣預報作業依不同的地理環境與社會需求而有不同的設計，除了數值模式本身在數值方法、物理參數法的差別之外，另外在模式的解析度、預報時間、模式涵蓋的範圍以及每天提供預報的次數等，亦存在有不同的差異。而這些差異多與本身所能支援的電腦資源息息相關，基本上以數值天氣預報技術進展的脈絡顯示，在電腦運算能力不斷的進步之下，數值天氣預報模式會持續提高其解析度並引進更複雜物理元素的參數化方案，以期能更精確的掌握區域性的天氣變化。因此資訊（電腦）技術的進步在數值天氣預報的應用發展上占有極關鍵性的地位，幾乎在任一時期數值天氣預報系統都使用了當代最快速的電腦。數值天氣預報系統也唯有使用最快速的電腦才能展現其突出的預報應用價值，包括更高解析度（小於1公里），更長的預報延時（14天到月的預報），更完整的大氣、陸地、海洋、冰圈、空氣品質合為一體的環境預測，以致於達到季節及年際之短期氣候預測，並直接介接水文、淹水和空氣品質模式以擴及防災應用等等。根據世界氣象組織（World Meteorological Organization，WMO）數值天氣預報工作小組對世界各國數值模式解析度的調查（列於表1和表2），在110年時，全球模式最高解析度普遍到10公里，區域模式則向1公里邁進，屆時模式的預報能力將獲得顯著的提升。由表1和表2中亦可發現，本局數值模式

的解析度（特別是垂直解析度）稍落後許多先進國家，是故，本局亟需配合資訊基礎建設之更新，致力於提升氣象科技的研發，並據以提升全方位的氣象服務，以確保能最大化發揮氣象資訊對國家社會民眾的最大價值。

表 1、國際作業中的全球預報模式概況。

作業中心	水平解析度（公里）	垂直層數
中央氣象局	25	60層
歐盟氣象中心	9	137層
美國國家環境預報中心	13	64層
英國氣象局	17	70層
韓國氣象局	17	70層
日本氣象廳	20	100層
中國氣象局	30	60層
美國海軍	20	50層

表 2、國際作業中的區域預報模式概況。

單位	最高水平解析度（公里）	垂直層數
中央氣象局	3	52層
英國氣象局	1.5	70層
美國國家環境預報中心	1.5	75層
韓國氣象局	1.5	140層
中國氣象局	10	50層
日本氣象廳	2	58層
日本氣象廳	1.5	60層
加拿大氣象局	2.5	84層

(三) 衛星資料的廣泛應用

圖 2、105 至 117 年世界各國氣象衛星發射時程進度表。

（資料來源:彙整自 107 年 WMO 衛星計畫 http://www.wmo-sat.info/oscar/instruments）

隨著太空技術與資訊科技的快速發展，衛星遙測科技也日新月異，世界各國都有各自的衛星發射規劃（如圖2）。例如歐盟EUMETSAT作業的MetOp-A 與MetOp-B衛星都搭載了多種觀測儀器，並規劃自108年起開始執行第三代地球同步衛星系列計畫（MTG），預計發射6顆系列衛星。美國美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration，NOAA）目前有GOES-13、GOES-14及GOES-15第3代地球同步系列衛星，同時於105年底成功發射新一代GOES-16地球同步衛星。現行的NOAA 16至20號繞極軌道系列衛星、EOS系列衛星與Suomi NPP衛星，亦持續執行業務性觀測任務，提供全球性天氣監測並確保氣候資料的量測工作持續進行。亞洲的韓國COMS及中國大陸FY-2系列之地球同步氣象衛星都搭載了具5個觀測頻道的可見光與紅外線成像儀，日本於104年新一代的Himawari-8地球同步衛星正式對外廣播，預計將於111年由 Himawari-9地球同步衛星接替其觀測任務。這些新一代觀測平台，除了傳統的氣象觀測外，更擴及溫室氣體、大氣懸浮微污染物、微量氣體、水循環、海溫、洋流與

海冰等觀測，直接提供防災、氣候變遷、資源應用以及國土永續經營的參考依據。對於衛星觀測的加值應用是未來環境資源管理最重要的一個環節，本局自當在此一領域深耕，新一代的衛星對於衛星觀測的加值應用應是未來環境資源管理最重要的一個環節，配合產出的格點化數據產品，除可進一步提供數值模式資料同化以改善模式預報之外，並可深化政府資料治理、開放資料與跨域整合之服務，有效拓展衛星資料多元的應用價值。

(四) 氣象資訊基礎運作設施的持續擴充

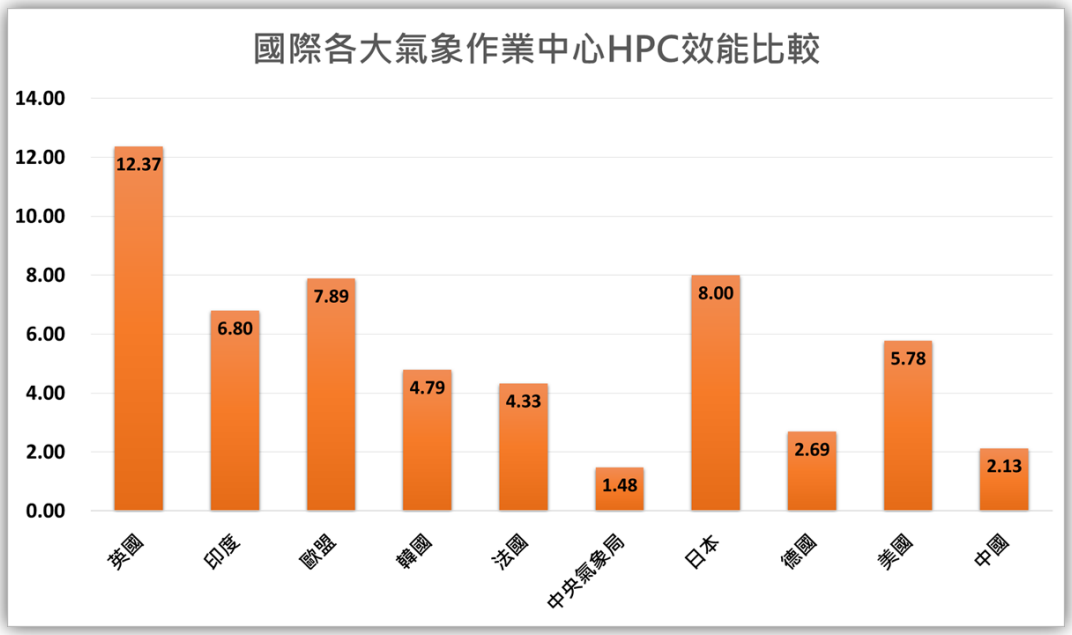


圖 3、107 年調查各主要國家氣象作業單位之高速運算電腦運算能量。

數值預報模式的作業，必需仰賴高速運算電腦設備的配合，才能快速執行極端複雜且資料量龐大的電腦運算，達到符合作業時效性的嚴格要求，因此高速運算電腦設備的運算能量，可直接反映出此國家的氣象作業能達到的先進程度。目前世界上先進的氣象作業單位，如美國國家氣象局（NWS）、歐盟中期天氣預報中心（ECMWF）、韓國氣象署（KMA）、日本氣象廳（JMA）及「中國氣象局（CMA）」等都在使用各式的高速運算電腦，並持續計畫性的更新其高速運算電腦設備。圖3是107年世界主

要國家氣象作業中心所使用之高速運算電腦的現況調查，本局目前高速運算電腦的運算能力普遍落後先進國家約1至8倍，在可預期的未來，本局的高速運算電腦設備（目前持續效能為1.48 PFlops）若不能持續擴充，不僅將限制住我國氣象作業發展的能力，同時也將大幅落後亞洲鄰近各國（使用現況與需求分析詳見附錄一）。

近年由於氣象數值預報技術不斷的進步，數值模式的內容也日形複雜，為了能預測更高解析度的小尺度劇烈天氣現象，也使得預報模式處理的資料點數不斷呈倍數增長，此外配合各種氣象預報模式解析度不斷的提升，與內含多種模式組合的系集預報作業技術發展，氣象作業上對資料儲存及資料傳輸交換的需求亦隨之大增。目前國際各主要作業中心有關大量資料儲存的部分，皆是儲存在線上（on line）檔案伺服器、近線（near line）自動化磁帶館系統與高效能磁帶機等所組成的階層式檔案管理系統內，此種架構可在滿足高解析度數值模式的巨量資料儲存作業需求下，達到較佳的儲存量與成本平衡，提供使用者所需之近線儲存功能。本局目前使用的近線自動化磁帶館磁帶儲存容量約為30 PB，用以儲存各式研發與作業所需之觀測資料（含各式衛星與全球觀測）與數值天氣預報產品，目前使用約15 PB。預計109年至110年之年成長率各為6 PB，110年後隨新一代高速運算電腦更新後，模式網格解析度提高、多模式系集預報成員數目增加以及支援氣候變遷相關研發（參考附錄一）等，資料儲存量111年和112年預估將各增加18 PB和40 PB，計畫結束後系統資料總儲存量預估為85 PB。本計畫規劃擴充大量資料儲存容量65PB，使系統總儲存空間達100 PB。

在氣象作業網路的設置方面，本局現有3路國際MPLS-VPN數據電路與3路網際網路連外電路，提供全球與國內外氣象作業必須的各式資料收集及高效率資料傳輸；機關內部的作業網路間建置光纖線路進行即時大量資料的傳遞與運算；局本部（北區）與各地局屬測站間，建置安管內雙迴路的局屬網路及安管外的GSN-VPN內部網路，進行高可用性的觀測資料傳遞及氣象預報作業；與防災單位、國內媒體等26個單位間的

40條專線電路形成災防網，專司警特報、災防資訊與氣象資訊等即時傳輸；同時為了訊息傳遞與防災需求也建置整合通訊網，加強局本部或各測站間的溝通與連繫。惟因目前各式雲端資料和物聯網資料的大量應用、較過去呈倍數成長的各式氣象服務，以及未來5G網路的應用，都使得網路負擔成為業務能否維持順利運作的關鍵門檻。為有效運用這些網路資源，達到安全、穩定與足夠的網路資料通信與傳輸頻寬作業需求，各氣象作業中心亦皆建置有相當的網路管理與資訊安全作業機制，以緊密結合各作業機構或政府單位間之通訊作業網路，強化組織與組織間的連結運作效能，同時也對外界提供適足的資料服務。在本計畫執行後，災防網將因建置雲端備援機制而提升可用性，以確保爭取防救災時效之目標；現有GSN-VPN的運作規劃以MD-VPN改善，強化內部網路通訊環境；整合通訊網則完成緊急應變通訊中心的語音、資料及視訊之服務新增建置，並完成至少50點同步即時視訊直播通訊基礎擴大建設，使其發揮最大的功用。

(五) 氣象經濟效益評量之發展趨勢

1. 氣象經濟效益評估之發展與必要性

1960年代起，世界氣象組織開始建構世界天氣監視網（World Weather Watch）此一全球性氣象服務體系，這也帶來了對於觀測基礎建設的大量投資需求。隨著投資需求的快速成長，如何確認這些基礎建設投資所能夠帶來的效益回饋變成了重要議題，這也啟動了氣象經濟效益的後續研究及探討。96年3月WMO於西班牙馬德里召開「安全和永續的生活：天氣、氣候和水服務的社會和經濟效益（Secure and Sustainable Living: Social and Economic Benefits of Weather, Climate, and Water Services）」國際會議，即是一個與氣象經濟效益評估相關的重要里程碑。在該會議的共識結論之中，提出每5年對氣象資訊應用服務所創造的效益進行階段性評估和規劃之必要性。在WMO的努力下，各國開始意識到氣象服務效益評估對於提升氣象服務所能夠創造的社會經

濟價值將有莫大助益，因此開始積極推動氣象服務社會經濟效益研究與應用，使得在傳統聚焦於技術提升的面向之外，新增了一個能夠提升氣象資訊應用成效的發展面向。進而，WMO於104年提出「評估天氣和氣候：氣象和水文服務的經濟評估（Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services）」的報告，藉由回顧國際上氣象水文效益評估的相關研究和案例，提出氣象服務效益評估的框架、流程與方法，以作為各國執行氣象服務效益評估工作的指引。

目前，為形式各異的需求者提供最新氣象預報、預警和諮詢服務多半為公部門所承擔，然而隨著科技進步和社會發展，不斷提高對天氣、氣候相關服務的需求，多元化和持續增加的需求一方面提供了改善和推廣氣象服務、創造氣象資訊應用效益的機會，但另一方面對於加強氣象基礎建設之資源投入、拓展服務提供方式、開發產品設計、以及所須經費之籌措…等方面也帶來了相當大的挑戰。由於長期以來多半由公部門承擔氣象服務之提供成本，終端使用者（end-user）依據其產生的資訊做出決策並採取行動時所將產生的社會經濟效益，並未得到廣泛的重視。面對政府公共財政的壓力越來越大，預算有限以及其他政府建設投資的競爭，氣象資訊提供單位需要以科學研究方法證明其提供服務具有社會、經濟和環境價值，以量化持續投資氣象基礎建設與科學研究的重要性。

2. 氣候服務面臨之問題與對策

為落實氣象資訊服務之推廣，WMO於98年提出全球氣候服務框架（Global Framework for Climate Services，GFCS）之概念，提供一個實務上可行之操作架構，做為各國氣象資訊應用服務推動之參考。依據GFCS的工作架構，其認為優化服務創新的重點領域包括農業、水資源和自然環境、人類健康、旅遊、能源、交通和通訊、城市環境與永續發展、經濟和金融服務等面向。而氣象服務社會經濟效益評估研究所扮演的核心功能之一，在於透過效益評估結果，指引出增進氣象服務價值鏈中各環節的潛

在價值，並透過審核其使用有限資源滿足重點使用者需要的情況，以盡可能極大化氣象資訊所能創造的價值。其次，這些效益評估成果的另一個重要功能，在於彰顯氣象部門對整體社會的貢獻，以提升氣象部門在社會經濟發展中的地位。

107年10月8日依據聯合國政府間氣候變遷委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change；IPCC）新發布之全球暖化1.5°C特別報告中提出警告，僅有12年時間將氣候暖化維持在1.5°C，若超越1.5°C，將加劇氣候惡化，如乾旱、洪水及極端高溫等風險。臺灣位居全球最易遭受氣象災害風險的區域之一，在氣候暖化可能加劇極端天氣的趨勢下，持續增進國家氣象作業與預警效能，已刻不容緩。

雖然氣象資訊已經常運用於國民個人日常生活行為決策、企業興利或避險、及政府機關有關政策與公共建設決策等領域應用，但推動GFCS氣象資訊服務的重要性和潛在效益仍需要受到更多的重視。因此，為了讓氣象相關資訊能被有效運用，並因應氣候變遷衝擊，我國應加速推動GFCS實施計畫中的重點領域應用與潛在價值評估，以將它們納入規劃、政策和實踐。尤其在這些應用領域之中，公眾家計部門（household）係為氣象資訊最終端使用者，即為氣象資訊產製單位最重要的服務對象，因此被列為重點推動及評估領域之一，希冀藉由具經濟學理基礎的價值評估方法，建立適合我國經濟與社會環境的氣象資訊應用價值評估模式，完成我國公眾氣象應用服務社會經濟效益及氣象資訊跨領域應用服務之價值評析等2大主軸，以展現我國氣象資訊服務在各領域之決策能力，進而彰顯氣候服務的價值及氣候災害預防的能力。

3. 臺灣氣候服務經濟價值評估的初步成果

蕭代基等學者（2012）回顧國內外關於氣象資訊提供對於各種領域應用的影響，同時依據NOAA所提出14項氣象資訊跨域應用優先領域，與我國制訂的《國家氣候變遷調適政策綱領》中所提及的8大氣候變遷調適領域做綜合考量，並盤點現今本局已經存在之跨域氣象應用服務能量後，由此歸納出氣象資訊應用服務之經濟價值的重點評

估領域包含了農業、防災、水資源、公共衛生、能源與製造業、家計、交通管理等的相關文獻（如表3）。

本局委託財團法人中華經濟研究院（以下簡稱中經院）自102至105年對於氣象資訊服務價值的初步評估結果顯示，我國農耕業應用氣象資訊所產生的經濟價值約為每年8.8至14.3億元。在漁業領域對於中央氣象局提供的氣象資訊服務需求強度也有差異之處，假設根據漁業類別（養殖業、遠洋沿近海漁撈業）做為主要研究區分的對象，其研究估計結果顯示，全國養殖漁民對應用氣象資訊可能產生的經濟價值區間約為每年2.4至2.7億元；另針對全國漁撈業漁民來說，氣象資訊服務可能產生的經濟價值區間約為每年5.2至5.8億元。此外，根據中經院105年的願付價值田野調查研究結果，推估我國每年畜牧業之氣象資訊應用總和經濟價值約為0.97至1.10億元。

吳中書等學者（2017）在能源領域的案例上所使用的評估方法為均衡分析法，透過臺灣動態一般均衡模型電力子模型的模擬估算，評估電力調度業者在發電成本極小化之原則下，且以每度電成本2.1元估算，假設另外加入氣象變數（冷房度日）的情況下，初步估計每年可能可以節省的發電成本潛力約為40.4至42.2億元。此外，林桓億等學者（2018）以氣象資訊應用服務於太陽光電之貨幣化價值為研究標的，該研究運用ARMAX模型評估氣象資訊對太陽光電發電預測之影響，初步結果發現將氣象資訊放入模式中進行評估時，對於發電量預測誤差的改善程度約為10.53%至10.94%間，以106年之貨幣化價值則約為10.7至11.2億元。

針對水資源領域中，中經院在過去氣候服務經濟價值評估的研究是以水庫案例分析在有無充分運用氣象資訊情境下產生之經濟價值差異。如北部石門水庫評估結果顯示，平常時期分別為1.32至1.34億元；乾旱時期分別為3.32至3.38億元。另以南部曾文、南化、烏山頭水庫為例，平常時期之經濟效益分別為1.82至1.95億元；乾旱時期經濟效益分別為4.66至4.98億元；對能源領域的太陽光電業者而言，其發電量之精確度若能

因氣象資訊品質提升而改善時，可發揮之貨幣化效益每年約10.7至11.2億元。

在減災方面，設定氣象局資訊貢獻比例為國家災防預算占比11%下，在減災成效係數為5%時（下界），氣象資訊價值平均每年約為3,000萬元；當減災成效係數為21%時（上界），氣象資訊價值平均每年約為3.4億元。

吳中書等學者（2017）以特徵工資法及疾病成本法進行氣象資訊在公衛領域應用服務之經濟價值分析，其中一個研究個案是依循中央大學（2013）的方法，並使用林于凱等人（2015）的死亡風險資料，進一步將研究範圍擴充到臺灣其他地區，計算臺灣地區在面臨1至2個標準差的溫度變化下之全死因風險所損失的經濟價值。同時該研究採用劉錦龍（2011）的統計生命價值（VSL）參數的估計結果，並按照物價指數進行調整，得出臺灣地區在極端溫度下生命損失之可能貨幣化價值，他們的研究發現在熱季時，在1個標準差溫度變化下，可能貨幣化價值為3.62至7.33億元，在2個標準差之溫度變化下，可能貨幣化價值為16.09至32.60億元；冷季時，在1個標準差溫度變化下，可能貨幣化價值為81.38至134.06億元，在2個標準差之溫度變化下，可能貨幣化價值為126.60至206.89億元。

為使氣象資訊服務滿足各領域的社會需求，同時進行經濟效益評估的研究，並擴大研究的範圍從個人提升至國家層級，進以提供國家未來進行重大議題規劃，有必要進一步量化氣候極端變化下加強氣象與氣候資訊服務可能造成的社會經濟價值或效益。尤其在這些應用領域之中，公眾家計部門（household）係為氣象資訊最終端使用者，即為氣象資訊產製單位最重要的服務對象，因此被列為重點推動及評估領域之一，希冀藉由具經濟學理基礎的價值評估方法，建立適合我國經濟與社會環境的氣象資訊應用價值評估模式，逐步推動我國公眾氣象應用服務社會經濟效益及氣象資訊跨領域應用服務之價值評析，以展現我國氣象資訊服務在各領域之決策能力，進而彰顯氣候服務的價值及氣候災害預防的能力。

表 3、氣象資訊服務經濟價值初步評估。

項目	農業領域				能源領域	水資源領域		防災領域
整體概況	1.總產值：5,016 億 （104 年度） 2.農林漁牧就業人口：55 萬 5 千人				約 20 千人(工研院 2016 預估)	-		-
業別	漁業	畜牧業		農耕業	能源業	自來水供應業		-
產值（億元）	923	1,640		2,452	2,120	-		-
主要業別	水產養殖業	漁撈業	畜牧業	農耕業	太陽光電	石門水庫	曾文、南化與烏山頭水庫	-
平均 WTP (元/年/戶)	7,595~8,430	10,375 ~ 11,562	5,492 ~ 6,234	1,764 ~ 2,861	-	-	-	-
氣候服務經濟價值（億元/年）	2.4~2.7	5.2~5.8	0.97~1.10	8.8~14.3	10.7~11.2	➢ 平常時期（水價為11.1元/噸）為1.32 ~ 1.34億元； ➢ 乾旱時期（水價為28元/噸）為3.32 ~ 3.38億元	➢ 平常時期（水價為10.97元/噸）為1.82 ~ 1.95億元； ➢ 乾旱時期（水價為28元/噸）為4.66 ~ 4.98億元。	➢ 氣象局資訊貢獻比例為氣象局災防預算占比（11%）時，為0.3億元~3.4億元。
經濟價值/個別產值	0.61%~0.68%	3.80%~4.23%	0.06% ~ 0.07%	0.38%~0.61%	-	-	-	

資料來源：

- 行政院農業委員會，2016a；*行政院農業委員會，2010b。
- 農業領域：2016年「氣象資訊應用服務經濟價值分析─水資源/防災/農業面向委外辦理案」，財團法人中華經濟研究院。
- 水資源領域：2016年「氣象資訊應用服務經濟價值分析─水資源/防災/農業面向委外辦理案」，財團法人中華經濟研究院。
- 能源領域：2018年「氣象資訊應用服務經濟價值分析系統（1/4）」，財團法人中華經濟研究院。

(六) 巨量資料的廣泛應用

全球各先進國家積極以資通訊科技為基礎，跨領域整合並推動創新應用服務，發展智慧生活科技與產業以提升人民生活水準。歐盟從103年開始針對巨量資料規劃「邁

向資料經濟時代」相關政策，巨量資料技術應用領域包含健康、食品安全、氣候與能源資源、智慧運輸系統及智慧城市等，希望透過巨量資料技術協助解決歐洲國家當前亟欲改善的施政重點。此外，歐盟將巨量資料列入Horizon 2020發展項目之一，倡議歐盟各國重視且一起合作的巨量資料議題，包括透過資料促進國家競爭力、解決公眾議題；發展相關軟硬體技術，強化中小企業資料應用能力；加速公共管理與服務數位化，並透過共享發展政府資料應用等，希望透過歐盟各國間的行動方案，有效率地推動巨量資料加值計畫。

美國也從上而下制訂巨量資料應用之整體發展策略，其白宮科技政策辦公室（OSTP）與國家科學基金會（NSF）、麻省理工學院等學研單位合作，推動各政府單位巨量資料應用與基礎研究開發。其國家標準技術研究所（NIST）成立「巨量資料公部門工作小組」（Big Data Public Working Group），專責推動巨量資料整體技術架構與資料安全規範。美國總統顧問進行巨量資料政策全面審查，盤點政府於健康醫療、教育、國家安全、法制執行等應用價值與隱私保護議題，提供未來政策建議。

配合我國「服務型智慧政府推動計畫」及打造「服務型智慧政府」願景，本局將透由「巨量資料平台」整合上下游資料介接與營運管理功能，此平台於前期計畫中已初具雛形，並藉以開放民眾所需的資料發展跨領域之連結開放資料及資訊服務，推動公私協力以資料驅動數位創新智慧化服務。未來民眾生活逐步走向數位聯網化，在數位應用上創新科技將促成新型態數位服務發展，同時網路公民力量崛起，以資料驅動治理將成為未來治理的新模式。

(七) 智能應用的興起

人工智慧（Artificial Intelligence, AI）一詞於1956年在Dartmouth 研討會中由約翰・麥卡錫（John McCarthy）正式定名。隨著硬體計算效能在近10年的突破，人工智慧開始成為全球關注之技術，尤其在Alpha Go擊敗世界圍棋棋王柯潔之後，更是奠定人

工智慧為現今科學關注度之首要地位。繼AlphaGo之後，DeepMind 107年再次出手，挑戰的是複雜的蛋白質結構預測問題，成功打造出僅透過基因序列，準確預測蛋白質3D結構的預測模型AlphaFold，在107年參與蛋白質結構預測競賽，在入選的團隊中，排名第一名。此研究成果將可以了解該蛋白質在人體內的作用，進而診斷和治療由錯誤摺疊蛋白質引起的疾病，像是阿茲海默症、帕金森氏症、亨丁舞蹈症、囊狀纖維化疾病等。

人工智慧目前最為人知的應用為人臉辨識、自動駕駛車輛系統、語音助理、語意分析等，從中發現人工智慧可運用的領域廣泛，而要將人工智慧的概念應用在不同領域，除了各領域的專業知識外，還需要搭配一些方法實踐人工智慧，這些方法中，目前最常被應用的為機器學習（Machine Learning），機器學習是實踐人工智慧的一種方法，也是一種技術。近幾年，世界上有許多專家已經嘗試機器學習對於大氣科學的助益，且有了相當的成果。在國內外亦有利用機器學習方法針對前述相關議題進行研究，包含降水預報、風速預報應用於風能、太陽輻射預報、颱風強度預測和雲量自動辨識等。

本局擁有巨量的各類觀測與數值預報模式輸出資料，且有許多專業的氣象研究與作業人員，現階段對於人工智慧及機器學習技術發展，仍處於萌芽階段，相關發展仍屬嘗試性性質，未來如能結合資訊領域專家進行密集的研討與廣泛的應用合作，使用觀測與數值天氣模式輸出的大數據資料，利用機器學習搭配發展先進的監測與預報技術，將有助於突破目前科學上存在的瓶頸，使天氣監測與預報準確度再向上提升，並擴展氣象在其他相關領域或產業的應用價值。

(八) 資通訊安全防護機制的持續精進

本局依據資通安全責任等級A級機關應辦事項規定，滾動式推行資安管理制度。目前之作法包含：

在管理面，落實ISO 27001資訊安全管理系統要求，設立推動組織，訂定相關服務規範及機制，包括風險評估、身份認證、特權使用者存取、機密與隱私資料的保護、資料安全與稽核、營運與治理，每年進行27001驗證；委外民間共同執行時，依據本局軟體發展相關安全與管理規範，訂定安全需求項目，落實委外管理。

在技術面，已採用多層次縱深防禦機制，達到警示嚇阻、偵測、延遲、禁止等目的，以降低來自內外部網路的安全威脅風險，維護重要資產的機密性、完整性及可用性，實務做法包含：

1. 主機端點安全防護，如防毒與系統更新機制、主機弱點掃描與修補、軟體源碼檢測與網站滲透測試。
2. 網路安全防護，如入侵偵測防禦、防火牆、分散式阻斷服務攻擊防護服務、網頁防火牆服務（WAF）、木馬程式及漏洞攻擊的阻擋等，以確保網路層安全。
3. 存取安全，如身分雙認證、特權帳號管理、遠端連線管理等。
4. 執行衝擊分析與持續營運與災變復原計畫，定期完成資訊作業之備份及備援，定期進行復原演練，以確保災害發生時能於最短時間內完成復原。
5. 資安監控與處理，如成立資安監控中心（SOC）。

隨著新科技與社群網路蓬勃發展，智慧化與雲端化的資訊作業帶給人類極大的便利與處理能量外，駭客也同時乘此便利性，利用資訊作業本身存在的漏洞與人性弱點的社交工程技法，無孔不入的穿牆、滲透與攻擊政府單位，以獲取機密資料或危害機關核心業務之營運。當外在資安威脅不斷的提升，以及內部新增弱點未改善前，對於各項氣象服務提供之安全性，唯有持續精進資安防禦縱深機制，才能確保各項氣象服務可用性。

三、 社會參與及政策溝通情形

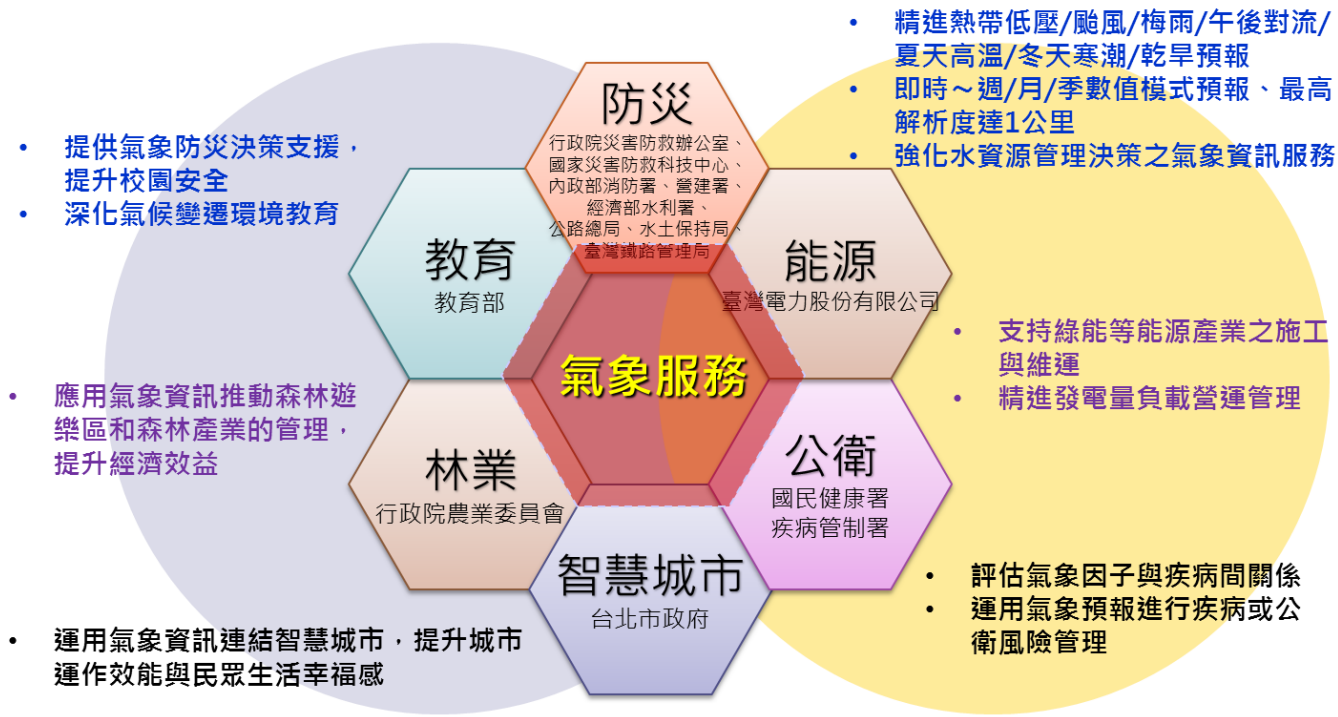
除由上級機關或各氣象相關作業及研究機構期望本局應進行的工作外，本局亦多方收集各界應用需求與專家學者建議，對象包括：科技部中部科學工業園區、台北市智慧城市辦公室、教育部、行政院農業委員會、臺灣電力股份有限公司、衛生福利部國民健康署及疾病管制署，以及中央和地方政府防災單位等，針對上述單位在氣象防災、服務與經濟應用的需求，據以驅動本計畫之發展主軸，進而匯集本局之人力和資源投入各項工作領域，並經由引入近年國際氣象科學研究與實際作業單位之作業經驗和研發成果，以加速本局氣象作業能力的提升和氣象加值應用的創新，達到加強為民服務，發揮氣象防災減災效益，進而提升氣象資訊經濟應用價值的功能。各單位對本局持續提供更精細、準確之氣象預報及資料之需求皆十分殷切，現依產業（領域）類別需求重點摘要如下表說明，相關單位訪談紀錄詳列附錄二。

產業	需求重點	建議本計畫配合作為
智慧城市 **（台北市政府）**	各國發展智慧城市之目的不僅在於透過 ICT 創新應用以解決城市發展問題，更將智慧城市之應用發展視為引導經濟成長之驅動力。透過氣象創新推動模式與地方政府合作，促成各式在地氣象創新應用、發展人民有感服務與解決方案。 1. 協助各地方智慧城市利用氣象資訊，強化資訊與通訊科技建置智慧化基礎環境設施。 2. 氣象資訊連結城市內的公共服務，提升城市運作效能與民眾生活幸福感，發展符合城市願景之智慧功能。 3. 運用氣象資訊協助創造新的都市治理方式，提升城市競爭力，創造永續發展之城市生態環境。	**台北市智慧城市：**目前智慧城市辦公室在全市府有 100 多個計畫在進行，和氣象局可能推動計畫內容： • 工務局新建工程處： 臺北市道路管線，挖管系統作為其核心資訊支援系統，透過氣象科技訊息，即時偵測相關異常訊息，降低人力作業。 • 民政局：藉由氣象科技，提供便民資訊並防範因應防災等議題。 • 社會局： 提供老人住宅氣象相關訊息，提早應對並降低相關疾病發生機率。 • 教育局校園電子圍籬：透過即時氣象相關訊息，提高 AI 辨識技術，降低誤判機率，提升校園安全。
防災領域 （行政院災害防救辦公室、國	1. 重要天氣系統依次颱風、梅雨、午後對流、夏天高溫、冬天寒潮、乾旱。 2. 所需氣象參數依次降水、風速、溫度、	政府機關因應災害之建議： 1. 平時提供 144 至 168 小時的風速、雨量等預報資訊，並灌輸民

家災害防救科技中心、內政部消防署、內政部營建署、 經濟部水利署、公路總局 農業委員會水土保持局、臺灣鐵路管理局）	氣壓、風向、濃霧。 3. 數值模式客觀降水預報： • 全球模式更新頻率6至12小時，預報長度雙周、月、季與16天。 • 區域模式更新頻率1、3、6至12小時，預報長度0至12小時、72至120小時、12天、雙周，解析度1公里。 • 波浪模式更新頻率6至12小時，預報長度72至120小時。 4. 官方降水預報：更新頻率 3 小時，預報長度雙周。 5. 其他官方預報： • 海上/陸上颱風警報單，更新頻率3小時，預報長度24小時 • 縣市風雨/雨量預報表格、特報/豪大雨、低溫、即時訊息，更新頻率1小時，預報長度24小時/颱風、地震災情發生期間。 • 縣市風力預報表格，更新頻率3小時，預報長度24小時/颱風、地震災情發生期間。 • 官方定量降水預報解析度2.5公里，更新頻率24小時，預報長度24小時。 • 未來兩週臺灣逐日溫度距平曲線，更新頻率12小時，預報長度14天。 • 面化天氣觀測GIS展示解析度2.5公里，更新頻率1小時。	眾預報結果會隨著時間接近而改變的觀念。 2. 深化災害防救資訊的標準化及跨域整合，並擴大開放災害防救資訊供社會各界加值應用。 3. 持續精進研發技術，以支援中央與地方防救災資訊整合，提升災害管理能力。 4. 超級電腦必須更新及升級，支持更新超級電腦並建議可以申請前瞻計畫的支持。 5. 為顧及幅員較大的鄉鎮，期待獲得空間更精細的預報資訊。 6. 提供山區降雨預報，強化午後對流發布時機準確度 7. 提供落雷降雨等天氣情資分析，精緻數值預報資訊，俾利災防決策參考。 8. 提供更精準預報資訊，協助劇烈天氣發生時鐵路管理局預警鐵路緩駛停駛之決策行動。
教育領域 （教育部）	1. **學校面：**氣象資料如雨量，溫度，需要轉換成會致災的決策支援訊息，提供可判斷及建議的資訊，並主動通知，以協助決策。 2. **家長面：**針對學校即時通報天氣警戒訊息並查看校園氣象資訊。 3. **知識面：**科普向下扎根，提供多樣歷史氣象資料，供教師、科展、競賽使用，讓學生可感受氣候變遷的衝擊共同推動氣象科普教育實施。	**教育部：** 1. 目前氣象環境知識網、校園應用氣象 App、校園防災決策支援平台、及校園氣象站 4 大合作方向，並希望共組團隊，研擬短、中、長期之發展規劃與可行作法，以及召開定期工作會議，推動並落實彼此跨域合作。 2. 應用對象包含全臺國高中小學校長，提供致災天氣時決策支援。
能源領域 （臺灣電力股份有限公司）	1. **金融端：**以能源保險之保險公司為例，使用者利用乾旱、洪水、土石流、颱風、地震、降雨量等歷史資料預測巨災發生	**臺灣電力股份有限公司：** 1. 電網分析供調度人員參考部分，建議氣象局能否提供變電所網格

	的可能性。 2. **供給端**：如風力發電業者，利用風速資料設計風機抗颱強度、評估技術可行性、申報災損；利用年平均風速評估潛在發電量；利用浪高與風速資訊確保施工安全等。如太陽光電業者，利用風向、PM10、雲量、季風、氣溫、日照量、漫輻射量、懸浮微粒、風速、氣壓與相對溼度資料預測太陽能發電量；利用風速、風向、PM10 與日照量資料探討回收年限等。 3. **消費端**：冷氣時、冷氣度日、暖房度日、風速、蒸發、降雨量、太陽輻射與濕度可預測消費端所需發電量之負載預測等。	式的客製化氣象資訊，以作負載預測。 2. 區域負載模型建構部分，建議氣象局能否預估該經緯度範圍的氣象資訊及其未來變化（網格式預報）；或氣象局提供 3 公里網格預報資訊，台電自行對照出特定變電所所轄範圍。 3. 外海測風塔之施工與維修部分，保險出船需要航線 120 至 168 小時預報資訊，尤以風向、風速、浪高、流速、潮汐等資訊為首要。
公衛領域 （國民健康署、疾病管制署）	氣溫與降雨為主，但所需資料型態因使用者而有所不同。 1. 中央層級衛生主責單位：更即時、尺度更小的氣象資訊，並期盼將相關健康提醒一併提供給民眾。 2. 地方政府衛生管理單位：主動至中央氣象局官網查詢。 3. 地方基層醫護行政人員：一般大眾傳播天氣預報訊息方式。 4. 專家學者：歷年逐時氣象觀測資料用以評估氣象因子與疾病間關係。	**國民健康署、疾病管制署：** 1. 疾管署建議氣象局多利用主動推播方式提供氣象預測資訊予民眾，尤其是低溫衝擊較大的族群需較多的資訊管道。 2. 對於氣象資訊的需求，長期預報對疾管署相當重要，將影響疾管署在防疫的資源布建及策略。 3. 生活氣象 App 提供便利地氣象資訊傳遞，希望結合氣象局在發布低溫訊息時宣導衛教。
林業領域 （行政院農業委員會）	1. 透過氣象資訊進行預防性調適以提升經濟價值，如氣候變遷改變氣溫及降水量，若氣象局提供溫度及雨量預測，就能為森林遊樂區帶來效益。 2. 民眾對於氣象局提供準確預報，以及水土保持、土石流之防治相當重視。	**行政院農業委員會：** 1. 臺灣森林區域氣象資訊之取得與整合，並希望利用氣象資訊(料)，對降尺度結果進行校正。 2. 以氣象局現地觀測資料，檢驗推估的生物氣候因子之準確性。 3. 氣象資訊有助於森林遊憩遊憩經營；結合氣象資訊的創新指標，比如物候、觀星指數、雲海指數等，對推動森林遊憩有所助益。

以上對各領域的調查可摘錄如下圖。



四、 問題評析及採取的策略

行政院「數位國家・創新經濟發展方案（106至114年）」（簡稱DIGI+）特別擘劃網路社會數位政府行動計畫，落實各級政府資料治理，建構需求導向之一站式智慧雲端政府服務。打造公私協力、自由存取、組合服務的環境，落實「政府即平臺（Government as a Platform）」的目標。同時強調包括大數據、人工智慧等智慧應用的科技研發，以創新思惟與前瞻技術帶來新一代殺手級的應用。因此本局如何善用新興資通訊技術及氣象科技不斷推陳出新的機會，開發更佳的氣象公眾便民服務，強化與政府間或產業間連結發展更即時多元的跨域合作服務與跨域應用服務，是下一階段的重要課題。

且因臺灣位居全球最易遭受氣象災害的區域之一，面對地球氣候系統加速變化可能導致極端天氣頻繁出現甚至變成常態化的趨勢下，增進國家調適能力，降低社會脆弱度，已是刻不容緩的事。行政院國家發展委員會於101年6月發布「國家氣候變遷調

適政策綱領」，從8個調適領域齊力推動氣候變遷調適工作，由於各領域皆高度依賴氣象資訊，因此應用氣象資訊的效能攸關國家氣候調適執行的成效甚巨。惟各領域的氣象資訊需求有所不同，在災害（水象、土象）預防的領域期望更短時精確的氣象預測以利即時反應，但涉及水資源、農業及健康甚至國土規劃的領域則期望更長期精確的氣象預測以利早期準備。面對來自國家各方外部需求，本局現有氣象監測、預報技術與服務效能雖已有長足的進展，但要充分因應氣候變遷威脅所衍生的各項問題仍有很大的努力空間。特別是如0823熱帶低壓個案形成於臺灣周邊海域，除引進旺盛的西南氣流，導致時雨量動輒超過100厘米之強降水，更在臺灣鄰近滯留而導致中南部連續3天持續的豪大雨，進而導致嚴重的淹水災情。在氣候變遷的前提下，諸如0823熱帶低壓個案等災變天氣的發生頻率可能趨於常態，本局自當積極運用最新的資、通、氣象科技，致力於提升災變天氣的定量降水預報能力，包括與國際接軌之氣象科技研發，因地制宜之客製化預報產品的開發、與時俱進高速運算電腦之引進以增進模式的預報能力，和提供更精細、延時更長的預報指引，以及防範於未然的資通訊安全防護等。本局在過去所執行的一系列施政計畫下，已經在政府機關間、以及與產業和民眾建立綿密的互動與服務。如圖4所示，本局目前正執行之主軸計畫「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」分別就便民措施、跨域合作、生活應用和政府防災等面向，致力使本局推動的業務與眾多政府單位重大計畫相連結，期以具體提升本局主軸計畫的綜效，並協助政府推動國家重大的施政計畫。

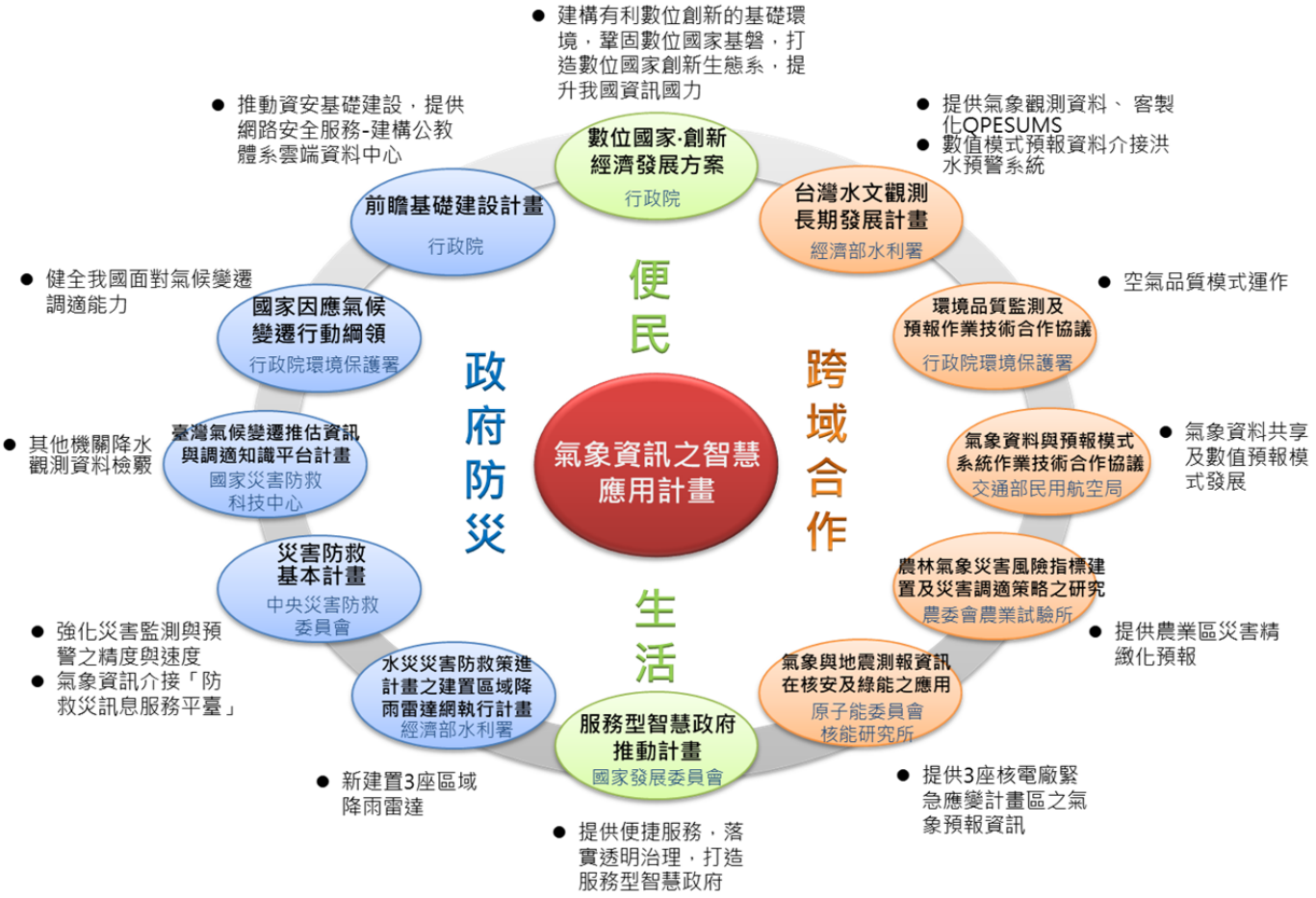


圖 4 、本局「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」與政府單位其他相關計畫之關聯。

綜上，承續本局一系列主軸計畫推動的成果、配合政府重大施政計畫、考慮未來國內與國際客觀環境的變化、氣象與資訊科技的進展、社會需求的改變以及本局作業環境的挑戰等，本局氣象業務的現況和未來需積極因應之挑戰可歸納如圖5，以下並分別就（一）氣象在地化服務與跨域合作需持續強化；（二）應用創新科技與資訊建設需與時俱進；（三）氣象科技與預報技術需深耕與接軌國際進行評析說明。

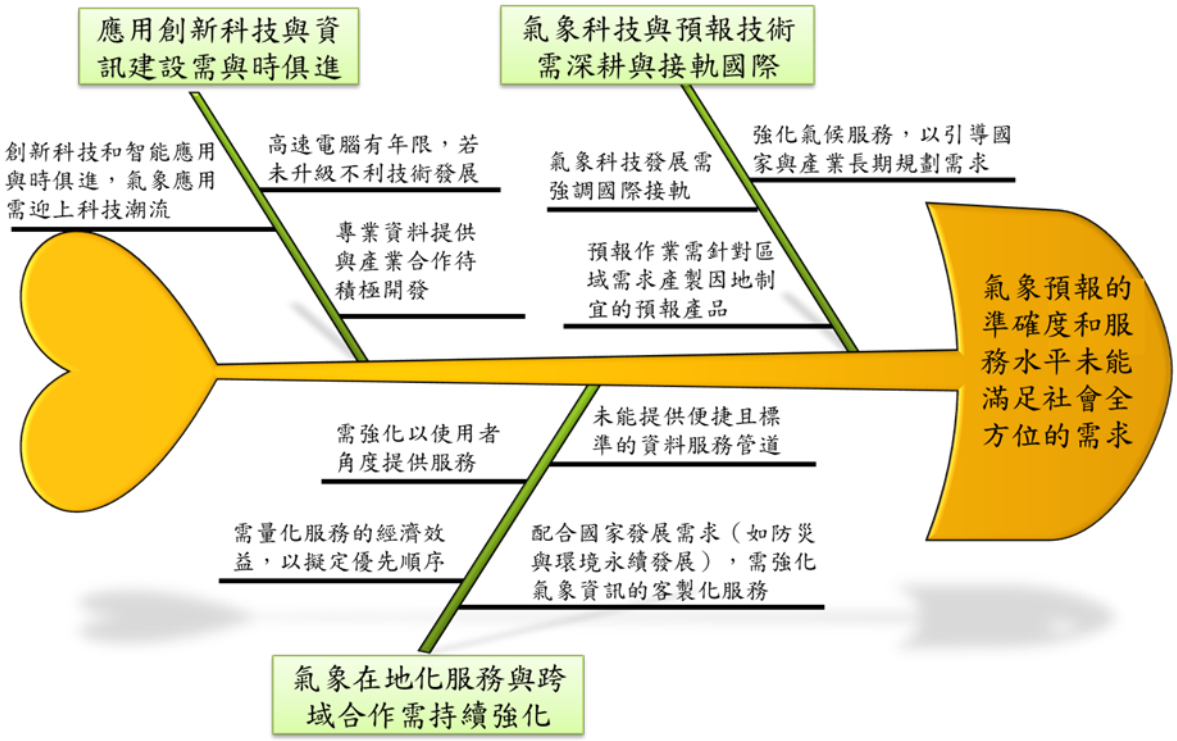


圖 5、氣象業務推動目前遭遇問題之分析。

(一) 氣象在地化服務與跨域合作需持續強化

本局近年致力提供貼近民眾生活化與客製化之氣象資訊服務，並強化對各政府單位之跨域應用與災害預警之及時支援，這些作法皆獲得相當正面的回饋。配合政府開放資料的政策，本局已逐步擴增氣象開放資料共7大類累計達463項，並利用各種方式提供氣象資訊給國內各相關政府單位及學術機構。另，本局積極推動與災防、交通、國防、觀光、農漁林、水資源、公衛健康及氣象科技研究之跨域合作，瞭解並因應各跨域應用的決策需求與流程，採用多樣資料與模組化的方式，運用圖形化的方式顯示決策資訊（如警示燈號閃爍），支援不同專業領域的應用分析，以提高其決策判斷的效能。惟相較美、日等國的經驗，氣象服務在國內的規模及範圍仍有相當大拓展空間，並存在結合民間共同發展氣象服務產業的機會，需提供便捷且標準的資料服務管道

、強化以使用者角度提供的服務、配合國家發展需求（如防災與環境永續發展），強化氣象資訊的客製化服務，以及量化服務的經濟效益，以訂定優先順序。

(二) 應用創新科技與資訊建設需與時俱進

配合國家新階段推動的5+2產業創新計畫及數位經濟發展方案，並因應創新科技和智能應用之不斷推陳出新，氣象資訊需發揮科技的力量迎上科技潮流，開發更佳的氣象公眾便民服務，強化與政府間或產業間連結發展。綜觀國際發展趨勢，本局需持續引進巨量資料的資訊處理技術，導入主動服務與分眾服務的概念，提供民眾多元氣象資料與資訊的查詢管道；運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，以支持不同產業數位化發展之需求，積極促進地方政府、產業與氣象之整合應用。

此外，完備的資訊建設為提供氣象科技研發和氣象資訊應用服務之根本，整體資訊作業環境若不能持續更新將不利技術發展與作業應用。例如，應用更先進的高速數值運算設備以支撐更進步的氣象科技研發是全球氣象作業中心必然的發展趨勢，也是所有作業中心所共有的處境與挑戰；更大量、精細的全球觀測系統（特別是衛星觀測資料），更高解析度、更複雜的數值模式，以及考慮涵蓋預報不確定性作為風險評估的多模式系集預報系統等，使得產生的資料量需求呈倍數成長。本局運用高速運算電腦提供各式數值天氣、氣候及海象預報模式不間斷的作業，建置階層式大量資料儲存系統以儲存大量的氣象資料，這些硬體設備具有一定的使用期限，有必要持續更新以維持氣象科技不間斷的研發與持續的作業需求。本計畫規劃更新目前作業使用之京等級（10^{16} PFlops）高速運算電腦，期使運算效能達到10 PFlops，達成精進氣象預報科技和提升氣象服務的目的。本局高速運算電腦之使用現況與需求分析詳如附錄一。

再者，隨著未來5G甚至更高速率的電信技術問世，民眾對於各種訊息傳播時效之要求必然隨之提高。同時，在這樣的趨勢下，流通的資訊量必然更加巨量成長，且當

數值預報時空解析度提升，過去無法達成的跨域資訊整合亦將成為未來崛起之新興民生、防災氣象需求。因此有必要建置最新的資通訊技術，提升氣象資訊揭露的時效，同時也必須應用先端的網路和資安科技，以確保所有氣象服務能達到高可用率的服務水平。

在機電環境部分，本局高速運算電腦和大量資料儲存系統均已建立緊急應變作業程序，包括：1. 在高速運算電腦方面區分不同計算機櫃為作業機櫃和備援機櫃，兩者的電力由不同的UPS供電，冷卻系統由2+1組CDU（Cooling Distribution Unit）供應冷卻冰水，其室外機（冰水主機）採1+1方式備援，以確保系統不因單一機電設備的故障而全面失效。2 .在大量資料儲存系統方面，所需電力由2組不同的UPS供應，冷卻由機櫃式空調機提供，機房中另設置吊隱式空調機作為備援，室外機（冰水主機）也採1+1方式備援，以確保系統不因單一機電設備的故障而全面失效。為提供不間斷的氣象服務作業，仍有必要持續對機房之電力、空調、冷卻、UPS和消防系統進行汰換和更新；針對大量資料儲存已規劃建置本局異地備份之儲存空間，以強化資料之安全與完整性。另外，在經費許可下，可規劃設計下一代高速運算電腦之備援架構，譬如雙機異地建置和多重市電迴路等相關機制。

(三) 氣象科技與預報技術需深耕與接軌國際

氣候變遷所衍生之極端天氣相關問題日益受到重視，世界氣象組織（WMO） 在101年通過全球氣候服務框架實施計畫，敦促各國的國家氣象單位努力開發氣候預測應用在防災、健康、農業、水等領域的潛在價值，顯示跨域合作是增進國家氣候變遷調適能力極為重要的一環。據此，世界各國氣象作業中心莫不致力於發展可與國際接軌的展期天氣預測方法，持續改進短期氣候預測系統，並加強氣候資訊服務。另外，由於氣候預報資訊較為專業，一般人不易解讀，因此在103年WMO發布的全球氣候服務框架執行計畫中指出，進行氣候服務必須兼顧提供契合使用者的服務，以及能與使用

者的互動。在另一方面，目前本局發布之一般性天氣預報雖已精緻至鄉鎮尺度，但近年來受地球暖化效應之影響，極端降雨事件發生的頻率很有可能提高且程度加劇，加上臺灣地形複雜且四面環海，地理位置特殊，天氣系統之發展與演變與多重尺度之交互作用有關，更增添發展鄉鎮尺度之災害性天氣預報與定量降雨預報技術的困難度。

本局為在全國氣象業務權責主管機關，自當致力與國際天氣和氣候先進預報技術接軌，從大尺度到小尺度全面提升模式的預報能力，強化短期天氣到氣候的無縫隙統合預報模式系統（seamless unify forecast system）的研發，以扣合政府、社會、民眾和產業等全方位的氣象需求，進而透由加入國際合作計畫以提升我國氣象科技國際能見度和影響力。

五、 SWOT分析

本計畫規劃欲以深化氣象多元服務、促進智能創新應用和拓展氣象前瞻技術，落實「建立以人為本之數位創新科技，精進定量氣象預報能力，達到更快、更即時、更全面的氣象服務」的計畫願景，綜整本局已具備的優勢和當前遭遇的問題，並考量外在的環境與未來的發展機會，本計畫之SWOT表列分析說明如下：

表 4、本計畫之 SWOT 分析。

優勢 （Strength）	劣勢 （Weakness）
1. 已具備豐富的氣象資料，可提供各式加值應用與便民服務，並已建置資訊系統提供多元的服務管道，包括本局網站、行動載具生活氣象應用程式（App）、個人化網頁與四顆星等級開放資料平台等。	1. 大數據探勘、人工智慧和機器學習之軟硬體和專業人員不足。 2. 對氣象資訊應用服務的經濟價值尚未有完整資料，不足以支撐氣象服務的成本效益分析。 3. 跨領域的整合不易，與下游單位使用

2. 已提供政府相關單位災害天氣、海象預警資料，以及客製化系統圖資（如QPESUMS），可作為防災決策分析依據。 3. 本局有完整的觀測網，包括27個局屬氣象站、542個自動雨量/氣象站、22個閃電觀測站、4個環島雷達站和5部新建降水雷達站（其中3站建置中，預計109年上線作業）等。本局亦具有衛星觀測資料與處理之能力。 4. 擁有各類氣象測站、雷達、衛星之歷史氣候資料庫，為研擬防救災作業及瞭解臺灣地區氣象/氣候的主要資訊來源，具有眾多潛在使用者。 5. 各地區具有長達30年的地面輻射觀測紀錄，蘭嶼站並有進行近20年背景大氣觀測作業，可強化東亞地區氣候變遷之論述。 6. 已建立與國際接軌的數值天氣預報作業機制與能力，包括天氣模式、氣候模式、波浪、暴潮與海流模式等。 7. 具先進之各式預報作業輔助系統，提供鄉鎮預報、月季短期氣候預報及與國際相當之颱風預報能力。	者尚未完全建立跨域資料及服務提供整合機制。 4. 精準及精細的小區域氣象預報準確度待突破，否則不利於防災決策品質進一步提升。 5. 短期氣候預報能力仍待加強，如提供更細的區域分區及延長預報時效。 6. 防災意識高，氣象資訊需求趨於嚴苛，尚未建立氣象安全預警整合機制。 7. 支援政府相關單位之防災監測資訊系統之GIS功能需升級，以強化整合能力。 8. 資訊設備及觀測網設施有使用年限，不能更新汰換將嚴重限制技術研發、作業應用以及各式氣象服務。 9. 現有資料儲存空間、網路頻寬及高速運算電腦計算能量若未升級，無法因應未來更高解析度數值預報系統的發展。 10. 受限於政府人力緊縮政策影響，高科技人力進用不易。另，出國經費及出國訓練員額限制，技術引進困難。 11. 衛星觀測儀器推陳出新，不僅精細度提高且觀測多樣化，若不投入更專業

8. 具有資訊化作業與研究環境,以及高速運算電腦、大量儲存系統的使用經驗。 9. 擁有優秀的氣象科技研究及資訊專業科技人才。 10. 具備長期與國內外(如各政府單位及學界、美國氣象單位)的合作經驗。 11. 獲得國內與部分國外氣象學界長期的支持,具有長期發展能量。	知識訓練,將不足以開發新應用產品 12. 現行輻射觀測資料未完全符合國際標準規範,蘭嶼背景大氣觀測站,尚缺氣膠及部份溫室氣體監測項目,而二氧化碳及一氧化碳採樣亦未符合國際標準,若未能提升,將無法符合後續觀測需要。
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
1. 新興數據科學、智能運用和資訊技術的進步,可以促進與提供更有效的氣象服務方式;政府推動資料治理推升智慧服務發展。 2. 5G高速網路的發展與布建、個人行動裝置和社群即時通訊軟體高度使用,提供氣象服務與跨域應用的契機。 3. 政府相關業務單位對氣象產品及應用有高度的需求,可在災防、飛航、空氣品質、經濟、交通、國防各領域合作。 4. 氣象成熟技術逐年推進,可以滿足更	1. 政府不同單位的跨域合作模式未完全明確,尚未建立較有效的跨域運作機制。 2. 我國非聯合國世界氣象組織(WMO)的會員國,較難參與國際氣象社群活動,使得各種相關資訊及氣象資料取得不易。 3. 國外已有成熟的新一代氣象科技相關系統,若不即時引進並做本土化調整,將與國際脫軌,不利於我國氣象發展的競爭力。 4. 來自政府與社會各界對災害防治的迫切需求,對氣象預報精確度要求到

細緻及準確的需求,促進氣象服務多元化發展的機會。 5. 相較美、日等國的經驗,氣象服務在國內的規模及範圍仍有極大拓展空間,並存在結合民間共同發展氣象服務產業的機會。 6. 氣候變遷強化氣象資料服務的需求,更突顯氣象業務之角色與功能的重要性。 7. 美國有成熟的新一代氣象科技相關系統,可透由雙方合作關係引進本地化,加速與國際先進技術接軌時程。 8. 國際間氣候預報技術的進步,使風險管理的概念應用在氣象災害防治領域已成為發展趨勢。改進氣候預報工具,加強與相關單位的合作關係,將有助於提升政府風險管理的能力。 9. 電腦的技術逐年演進,預期未來會有商業化之新一代電腦系統可以滿足更高速的運算能力需求。	能定量,並且兼顧客製化產品的需求。 5. 氣象就業機會偏低,氣象人才有流失趨勢。 6. 國際上相當關切的「氣候變遷」議題,本局尚無「氣候中心」之類的權責單位負責,氣候專長人力還相當缺乏。 7. 因立法院對經費預算逐年縮減,使計畫執行之不確定因素相對提高,對我國氣象科技的進步影響極大。 8. 部分歷史紙本資料數量極大,因年代久遠及保存條件不佳,文件已相當脆弱,惟全面數位化以保存或辨識的時間和經濟成本龐大。

貳、計畫目標

中央氣象局因應現代社會對於氣象資訊應用的需求，擬定「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」、「開創多元化氣象服務管道」3大發展主軸，深耕氣象作業與科學技術的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，深化氣象資訊應用的普及性，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，為政府與民眾提供優質的氣象資訊。

為達成上述目標，本計畫在「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」8年期2階段規劃下，延續第1階段（105至108年）智慧應用概念，依循行政院「數位國家・創新經濟發展方案DIGI+」（106至114年）」的「數位國家、智慧島嶼」總政策綱領，推動第2階段（109至112年）「氣象資訊之智慧應用計畫」，以滿足新世代政府與社會的需求為目標，規劃以尖端氣象科技為基底，以數位創新服務為途徑，推動生活化與防災化的氣象資訊服務策略，將進階的數位創新智慧思維注入氣象應用服務，提供民眾及社會有感的資訊服務，並積極推動政府機關間及政府與產業間的跨域應用合作，擴大民眾與產業的受益。

總計畫「氣象資訊之智慧應用計畫」期程自109年起至112年止，為期4年。擬訂「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」，及「拓展氣象前瞻技術，連結國際」3大業務目標，以9個重點工作項目與22個子項工作，落實「建立以人為本之數位創新科技，精進定量氣象預報能力，達到更快、更即時、更全面的氣象服務」的計畫願景，如圖6。總計畫下**「強化數位資訊基礎建設」**工作項目係以建置新一代高速運算電腦與相關網路設施、儲存設備、電腦機房之電力及空調系統等設備之擴充、升級或汰換以及維運所需經費為主，擬額外請增科技預算申請額度支應。其餘8個重點工作項目主要以滿足新世代的政府和社會需求，進行氣象測報科技研發、應用服務和作業支援資訊系統發展為主，本局將運用原有之科技計畫預算額度

，接續申辦第2階段科技發展計畫：「氣象資訊之智慧應用服務計畫（Ⅱ）-數位創新」計畫。

圖 6、本計畫主要目標與工作項目架構圖。

本計畫於105年進行8年計畫規劃時，「服務型智慧政府推動計畫-第五階段電子化政府計畫（106至109年）」和「數位國家・創新經濟發展方案（DIGI+，106-114年）」均尚未推出，為配合國家推動數位化政府政策且因應現代化社會與時俱進的氣象資訊應用需求，本計畫較前期「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」規劃，除新增之數位基礎建設，包括建置下一代高速運算電腦與擴增大量資料儲存量能和建構智慧型管理與安全穩定的機電環境，本計畫另新增氣象史料跨域重現資訊系統、導入人工智慧與智慧學習發展氣象加值產品，及打造巨量資料平台之整合服務及建立智慧型數值作業中心等數位創新服務環境，在氣象多元服務方面加入高時空解析度衛星產品及評析

氣象應用服務之社會經濟效益，並新增臺灣氣候背景觀測，活化在地氣象資訊應用以掌握氣候監測與預警能力等，本期計畫與前期規劃較詳細之差異如附錄三。表中（*）為新規劃發展工作項目，其他工作項目名稱或有不同，惟主要內容相近，但配合最新之進展或發展做小幅度修正。

一、 目標說明

(一) 深化氣象多元服務，連結在地

本局近年致力提供貼近民眾生活化與客製化之氣象資訊服務，並強化對各政府單位之跨域應用與災害預警之及時支援，相關結果皆獲得相當正面的回饋。配合政府開放資料的政策亦已逐步擴增氣象開放資料累計達76個資料集與463個資料項，另，本局積極推動與災防、交通、國防、觀光、農漁林、水資源、公衛健康及氣象科技研究之跨域合作，瞭解與因應各跨域應用的決策需求與流程，支援不同專業領域的應用分析，以提高其決策判斷的效能，另配合國家智慧政府推動策略計畫建立T-Road資料交換機制。惟氣象服務在國內的規模及範圍仍有極大拓展空間，並存在結合民間共同發展氣象服務產業的機會。依此，本計畫擬定3個重點工作項目實踐「深化氣象多元服務，連結在地」之業務目標：

1. 深化在地氣象服務：此分項重點將整合數位科普教育及語音互動技術，提供友善及客製化之公眾氣象服務。擴大衛星反演技術，強化在空氣品質監測、飛機積冰與大氣亂流、海域安全及永續經營之應用服務。
2. 擴大災害防救應用：此部分工作將發展具跨平台顯示與結合先進GIS之新一代劇烈天氣監測系統，建立客製化氣象情資與預警服務整合平台，提供因區制宜之氣象資訊通報服務和臺灣近海客製化海面天氣預報無線電廣播服務。
3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析：此部分工作將訂定完整的氣象領域資料

標準與規範，提升氣象資料品質，並以共享經濟的精神，導入其他單位跨域資料以提供跨域協作應用之決策指標；進行公眾對於氣象應用服務之社會經濟效益分析，建立全國氣象應用服務經濟效益之評估基線，做為後續氣象應用服務及跨域加值應用執行決策之參據。

(二) 促進智能創新應用，連結未來

配合國家新階段推動的產業創新5+2計畫及數位經濟發展方案，並因應創新科技和智能應用之不斷推陳出新，氣象資訊需發揮科技的力量迎上科技潮流，開發更佳的氣象公眾便民服務，強化與政府間或產業間連結發展。本局將持續引進巨量資料的資訊處理技術，導入主動服務與分眾服務的概念，提供民眾多元氣象資料與資訊的查詢管道；也將運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，以支持不同產業數位化發展之需求，積極促進地方政府、產業與氣象之整合應用；同時並將厚植基礎建設效能，包括高速數值運算、大量資料儲存與高速網路及強化資通安全等，為先進創新技術提供較安全穩定的運作環境。各國氣象作業單位平均每5至7年就會引進最新高速運算電腦，採用更複雜健全的模式技術，持續推升模式的解析度以提高數值預報的準確度。本局運用高速運算電腦提供各式數值天氣、氣候及海象預報模式不間斷的作業，設備負荷沈重且受經年累積的耗損，電腦硬體具有一定的使用期限。在考慮未來需滿足時間及空間上更細緻的預報與預警服務，資料量與運算的需求都將倍數成長，因此必須進一步升級網路環境及資料儲存硬體，並規劃升級或更新高速運算電腦，搭配改進後的預報系統，以改善目前氣象預報瓶頸，達成提升氣象服務的目的。本計畫以3個重點工作項目推動「促進智能創新應用，連結未來」之業務目標：

1. 打造氣象智能應用服務：運用人工智慧技術發展觀測和模式預報大數據資料之加值產品，並進行數位化歷史圖紙氣象資料，以強化氣候變遷之觀測事實

和科學論述。另將運用智慧聯網科技與氣象即時資訊結合，促進智慧城鄉相關產業發展，提升氣象加值服務。

2. 建構數位創新服務環境：為扣合國際發展趨勢推動政府數位服務轉型，建構巨量資料整合服務平台，提升數位化資料共享環境；並發展智慧型洽公環境及便捷的終端管理作業平台；另將運用巨量資料和人工智慧技術發展事件預警機制，以強化機房作業中心之智慧型監控決策分析管理。

3. 強化數位資訊基礎建設：擴增整合通訊建構雲端化與虛擬化架構，結合通訊技術與提升網路安全防護，建置虛擬化安全作業管理環境。接軌國際氣象科技發展及資料成長趨勢，更新高速運算電腦系統，期使運算效能提升7至8倍以達到10 PFlops，搭配擴充大量資料儲存系統與建構資料傳輸所需的網路環境，改善網路管理平台，提升氣象數位資訊基礎建設效能，使用現況與需求分析詳見附錄一。**本工作項目所需經費擬額外請增科技預算額度支應。**

(三) 拓展氣象前瞻技術，連結國際

提升氣象專業能力是達成氣象服務的根本，世界各國皆朝向所謂「無縫隙預報」的天氣預報作業模式發展，將預報資訊內容從極短時天氣的監測預警、連結到傳統3至7日的天氣預報，再延伸至一週以上與月、季尺度的短期氣候預報，本局也以相同的作法精進氣象服務。7日以內的天氣預報技術發展以追求時空與量值上的準確為目標，目前本局發布之一般性天氣預報雖已提升至鄉鎮尺度，但近年來受地球暖化效應之影響，極端降雨事件發生的頻率很有可能提高且程度加劇，加上臺灣地形複雜且四面環海，地理位置特殊，天氣系統之發展與演變與多重尺度之交互作用有關，更增添發展鄉鎮尺度之災害性天氣預報與定量降雨預報技術的困難。

7日以上的展期天氣與短期氣候預報技術發展則著重預測高影響（high-impact）天氣現象發生的機率範圍，推估可能區間越小且預報結果信心度越高的產品，其應用價

值就越高。若能在2週以前甚或更早對極端天氣事件（例如異常氣候的雨量或溫度）的發生提出有效預警，促使公私部門得以有較為充裕的時間採取因應作為或者優化資源調配，其產生的經濟效益將非常顯著。至於第2週（8至14天）氣象預報，目前仍著重以延伸傳統全球數值天氣預報之方式，結合系集預報技術，分析與發展預報與應用方法，先進氣象單位之全球模式解析度皆已邁入25公里以下，例如美國國家環境資源中心（NCEP）以13公里解析度之模式進行第2週預報。

本局規劃持續精進無縫隙氣象預報技術的研發，從大尺度到小尺度，全面提升模式預報能力，以及發展各式的預報輔助工具，協助預報人員進行即時預報、災變天氣警特報到長期月季預報的快速研判，從而提供跨領域的多元服務。而透過氣象科技的提升，進一步加入各式國際合作計畫以提升我國氣象科技國際能見度和影響力。本計畫規劃執行3個重點工作項目以推進「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之業務目標：

1. 提升定量氣象預報能力：此部分工作將現行120小時颱風和24小時熱帶低壓路徑預報時效延長至168小時；新推出120小時之颱風強度機率預報，擴充颱風期間風雨預報分區，由目前的縣市延伸至鄉鎮區分；對社會各界提供逐3小時鄉鎮天氣預報時效由現行的48小時延長至120小時、逐12小時鄉鎮天氣預報時效由現行的168小時延長至240小時；新增240小時至336小時逐日的鄉鎮天氣預報。定量降雨預報產品累積雨量區間由6小時提高為3小時；網格預報解析度從原先2.5公里網格空間加密至1公里，提供更精緻的天氣預報供預報作業和其他下游應用參考。引進美國氣象預報輔助系統的危害性天氣警示服務和水文顯示介面功能，藉由危害性天氣警示服務功能擴大對劇烈天氣的監控，提供防災單位及民眾有更長時間的防災預報參考。
2. 精進無縫隙氣象預報技術：此部分工作將從大尺度到小尺度，全面提升模式的解析度，全球模式向10公里解析度，區域模式向1公里解析度邁進，強化短期天氣到氣候的無縫隙統合預報模式系統的研發，並針對民眾所關心的極

端天氣事件，發展多變量統計後處理技術，以提供臺灣地區2至4週高解析格點溫度預報指引和區域降雨預報指引。持續優化數值天氣預報作業自動化系統之架構與功能，提供穩定的氣象預報產品供應服務。

3. 掌握氣候監測與預警能力：此部分工作將建置臺灣地區完整的輻射觀測網，提升蘭嶼背景大氣站觀測作業項目，增加氣溶膠等觀測設備；發展無人機自動觀測作業，進行探空觀測及氣體採樣分析，提供環境監測數據與協助空氣污染等相關議題之研究。月季綜合預報指引由現行4區預報提升至測站分區（每縣市皆有1或多站）預報。

二、 達成目標之限制

本計畫扣合政府未來幾年施政重要方針、綜研先端數位創新技術和國際氣象科技及作業技術發展趨勢，以及國內產官學研和社會各界對氣象服務之需求所擬訂的重要氣象建設計畫。本計畫目標的達成，實繫於對本計畫所需人力、技術合作、基礎資訊設施、應用合作、管理等限制事項或能力的掌握。為了本計畫的規劃工作，本局由局屬各單位資深人員成立規劃工作小組，參考國內外氣象和資訊相關專家之建議和提供相關資訊，共同投注心力針對各界的需求，考慮科技的成熟度，就本局業務的範圍與執行的能力進行規劃，經審慎評估後，擬定以「本局自有人力投入核心技術發展，搭配國際合作技術引進，並充分運用我國民間人力技術及學研專業資源，進行本土化開發，與我國各應用需求機構或單位充分合作，繩以目標導向的計畫執行管理」的方式來進行本計畫各項工作的執行。

本計畫實為本局未來4年氣象新技術發展最重要的核心計畫，攸關本局新一代氣象科技發展、接續智慧創新潮流以及全面深耕氣象服務的關鍵。欲達成本計畫規劃之3大業務目標，仍受限於幾項因素，分述如下：

(一) 人力資源的管理

本局在過去執行的一系列公共建設計畫（見圖1）中，每年投入約五、六十人進行先進系統的發展工作，此人數約占本局總技術性人力的1/10，此人力數量雖然不能與歐美或亞洲鄰近國家所投入的人力資源相比，但卻是維持本局在氣象預報作業技術上能夠不斷進步的原動力。依據過去執行之公共建設計畫經驗，計畫發展項目可分為3大類，包括「氣象科技為主，資訊科技為輔」之核心技術系統建置、「資訊科技為主，氣象科技為輔」之作業輔助系統建置，及「智慧創新科技應用」之資訊應用系統建置，分別配置不同性質的人力資源來落實執行。

本局調組相當素質的人力投入主要的專業核心技術工作項目外，對於如資訊科技應用類與部分非氣象核心技術系統，則以委外發展、合作發展、顧問諮詢、邀請講座、出國實習等方式進行為原則，以彌補本局不足的發展人力。

由於本計畫包含開創多項全新氣象科技、智慧應用和資訊技術發展，在發展人力及專業能力訓練的需求上，更超過以往，故而，如何導入切合需求的人力資源並進行有效管理，例如透過國際和國內學研單位高端科技人力合作以引進新的技術，加強顧問諮詢、邀請講座和出國實習以強化專業學能，經由適當的專案管理進行非核心技術的委外發展是本計畫成功的關鍵要素之一。

(二) 技術發展的管理

大氣科學的進展和預報技術的發展兼具全球性和區域性，因此國際氣象作業單位莫不強化國際合作的重要性。例如美國有3個層級的氣象研發單位，分別負責研發未來20年、10年、2年的作業應用科技，以持續不斷的改進各種氣象作業的監測與預報能力；歐盟18個國家共同出資成立了歐盟中期天氣預報中心（ECMWF），做為歐洲中期天氣預報的主要研發與作業單位；日本氣象廳設有氣象研究所，負責氣象科技之

研發工作；近年大陸也成立國家級的作業研發中心，進行大陸旱澇問題測報技術的研發；此外韓國更投入大量資源，成立氣候中心，在亞太經合會（APEC）取得主導氣候議題的地位。本局自然也不能自外於國際趨勢，過去也極力保持和國內外氣象研發單位的互動和合作。

在國際技術合作方面，本局過去和美國海洋暨大氣總署（NOAA）和美國國家大氣研究中心（NCAR）的合作，是本局氣象科技與作業能力持續提升的重要關鍵，於彼此互利的氣象及預報系統發展領域中進行專門技術、訓練及科學交流等活動，包括指導共同研究計畫、發展系統規格與蒐集規劃、發展氣象觀測、處理及顯示系統、管理系統之建立、交換資訊、交換科學家及技術專家、召集討論會及會議、訓練參與者、以及在雙方同意下，從事有關天氣預報系統及相關的科學與技術等方面其他形式的合作，同時這些技術也回饋給國內其他學研與作業（如空軍、民用航空局）單位。

在國內技術合作方面，本計畫中亦特別規劃了相關的配合工作，期望在引進國外技術的同時，運用國內的學研資源重點研發專精的氣象科技，發展人工智慧與機器學習技術，深化智慧應用的範疇，同時培養國內相關產業技術發展和人才教育。

是故，如何培養具有全球視野之科技高度，以聚合國內與國際的科研合作關係，加速技術移轉和科技研發，連動國際前瞻技術發展，並轉化為作業能力以提升預報品質，並深化氣象智能運用和服務，此亦為本計畫成功的關鍵要素之一。

(三) 資訊基礎建設的更新

高速運算電腦是本計畫中最關鍵的資訊設備，由於各式數值預報模式的作業，必須仰賴高速數值運算能力電腦設備的配合，才能快速執行極端複雜且資料量龐大的電腦運算，達到符合作業時效性的嚴格要求。本局因能投入的經費較有限，所能擁有的相關電腦設備之計算能量仍遠低於其他國家之氣象作業（如圖2），此對我國的氣象

作業及研發能力產生相當程度的限制。本局於本計畫中仍需隨著新的作業需求，運用有限的經費，適當擴充現有的高速運算電腦系統，以支援新的高解析度、多模式系集預報模式作業，並提供適當產品支援預報作業與跨域應用。同時，高速的通信網路、巨量資料處理平台和大量資料儲存系統等，不僅是先進氣象作業系統所仰賴的基礎建設環境，目前各式雲端資料和物聯網資料的大量應用、較過去呈倍數成長的各式氣象服務和跨域應用，以及未來5G網路的普及等，都使得網路負擔成為業務能否維持順利運作的關鍵門檻。

三、 績效指標、衡量標準及目標值

本計畫預計執行期程由民國109至112年，本節就「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之3大業務目標下9個重點工作項目，說明各自的績效指標、衡量標準及目標值。

（一）深化氣象多元服務，連結在地

在「深化氣象多元服務，連結在地」部分，計畫執行完成後主要的績效表現在以下面向：

1. 強化衛星觀測資料產品開發能力，以增進衛星觀測在空氣品質監控與預報及航空氣象領域的服務，拓展衛星資料的多元應用價值。

2. 開發使用者經驗導向互動式網頁，整合數位科普教育及語音互動技術，提供友善及客製化之公眾氣象服務。

3. 透過跨平台顯示與結合先進GIS之新一代劇烈天氣監測系統QPEPlus取代現有之QPESUMS系統，以及推動客製化氣象情資與預警服務整合平台取代現有之「點對點氣象防災資訊服務系統」，全面強化氣象資訊之防災服務。

4. 訂定完整氣象領域資料標準與規範、擴建氣象資料隨選平台、發展四星級和

五星級鏈結開放資料，進行公眾對於氣象應用服務之社會經濟效益分析，建立全國氣象應用服務經濟效益之評估基線，做為後續氣象應用服務及跨域加值應用執行決策之參據。

詳細各工作項目逐年之績效指標如表5所示。

表 5、「深化氣象多元服務，連結在地」績效指標。

工作項目	績效指標名稱	109 年	110 年	111 年	112 年
深化在地氣象服務	開發衛星環境監測服務產品總數	研發並產製氣溶膠光學厚度與強對流之大氣亂流區2項服務產品。	發展綠色葉綠素指數、氣溶膠種類、臭氧（O3）與全天飛機積冰警示4項服務產品。	產製結構敏感指數、懸浮微粒PM2.5濃度與SO2臭等3項空氣污染物監測產品。	進行標準化燃燒比例、NO2與晴空/山岳區之晴空亂流3項環境監測作業化產品。
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品，計畫執行期間將逐年增加產品。 2. 提供氣溶膠光學厚度、氣溶膠種類、懸浮微粒 PM2.5 濃度、O_3、NO_2和 SO_2 6 種空氣品質分析產品。 3. 提供 1 種飛機積冰警示產品、2 種大氣亂流警示產品。 4. 產製綠色葉綠素指數、結構敏感指數與標準化燃燒比例等 3 種植被指數產品，提供陸地環境監測之應用 。 5. 計畫結束後共新增 12 種衛星反演產品。			
	行動載具生活氣象應用服務（App）下載人數	225萬人次	250萬人次	275萬人次	300萬人次
	績效指標評估基準	1. 行動載具生活氣象應用服務（App）下載人數至107年底為203萬人次。 2. 計畫結束後預計增加到 300 萬人次以上。			
	氣象語音查詢多元服務種類	強化語音辨識與語意解析	增加地震及天氣警特報查詢及文字回應服務	增加觀測、衛星、雷達及海象等查詢及圖檔回應服	建置個人化設定功能

				務	
	績效指標評估基準	運用 AI 語音辨識技術開發氣象語音查詢服務系統，逐步由天氣預報開始加入地震、警特報、觀測、衛星、雷達及海象等資訊，回應方式並由語音逐漸擴展至文字、圖像，並加入個人化設定功能，可依使用者需求作產品或地點等設定。			
擴大災害防救應用	新增QPEplus客製化服務單位總數	5	10	15	取代所有QPESUMS客製化系統服務
	績效指標評估基準	108 年底規劃完成 8 個 QPEplus 系統版本（含民眾版、防災版、交通部公路總局、臺灣鐵路管理局、高速公路局、經濟部水利署、農委會水保局、飛機投落送資料顯示等），預計 109 年至 111 年逐年增加 5 個客製化系統版本建置數目，至 112 年完成所有以 QPESUMS 服務之客製化系統建置，包含交通部民航局、觀光局、海委會海巡署、海軍大氣海洋局、臺北市政府等系統。			
	客製化防災氣象資訊聚合服務平台服務總數	12	18	22	26
	績效指標評估基準	客製化氣象情資聚合平台增加無償服務之中央、地方防災單位及重大民生相關國營事業特定服務對象，由 109 年預估的 12 個增加至 26 個。			
	漁業氣象廣播分區總數	1	2	3	4
	績效指標評估基準	1. 漁業氣象觀測及預報之無線電廣播服務現行尚無分區。 2. 發展近海小區域海面天氣預報客製產品，由 108 年之 1 區，在計畫結束後增加至 4 區，以針對不同作業海域漁民提供在地精緻化漁業天氣觀測、預報及劇烈海氣象預警之無線電廣播服務，提升漁民海上作業安全。			
提升多元跨域協作與經濟效	五星級鏈結開放資料集總數	規劃與建置	1	3	5
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品，計畫執行期間將逐年增加產品。 2. 計畫結束新增與民生應用相關如教育、農漁業、交通運輸、地理等領域之五星級鏈結開放資料集總數達 5 個。			

益評析	氣象應用服務經濟效益基線完成度	家計部門效益評估方法及初步分析報告1份	家計部門基礎調查與經濟分析報告（第1期）1份	家計部門基礎調查與經濟分析報告（第2期）1份	氣象服務經濟效益基線評析報告1份
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 現階段我國尚未以公眾為評估對象衡量不同尺度之氣象應用服務經濟效益，預計分 4 年逐步進行，並於第 4 年完成建立全國各地區氣象服務規劃與資源投入之參考基線數據。			
	氣象跨域應用服務經濟效益分析完成度	評估規劃報告1份	跨域合作案例研究與經濟價值評析報告（第1期）1份	跨域合作案例研究與經濟價值評析報告（第2期）1份	跨域合作案例研究與經濟價值評析報告（第3期）1份
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 預計分 4 年逐步進行，並於第 4 年完成觀光與公眾運輸領域之氣象跨領應用服務需求及潛在經濟效益分析。			

（二）促進智能創新應用，連結未來

在「促進智能創新應用，連結未來」部分，計畫執行完成後主要的績效表現在以下面向：

1. 導入人工智慧與機器學習技術，發展氣象加值產品；運用人工智慧技術數位化歷史圖紙氣象資料，強化氣候變遷之觀測事實和科學論述。

2. 配合智慧城市發展，運用智慧聯網科技與氣象即時資訊結合，促進智慧城鄉相關產業發展，提升氣象加值服務。

3. 建構巨量資料整合服務平台，提升數位化資料共享環境；建構氣象測站數位導覽，發展智慧型便民服務環境提升民眾服務滿意度。

4. 運用巨量資料和人工智慧技術發展事件預警機制，以強化機房作業中心之智慧型監控管理。

5. 更新高速運算電腦系統，期使運算效能提升7至8倍以達到10 PFlops，搭配擴充大量資料儲存系統至100 PB與建構資料傳輸所需的網路環境，改善網路管理平台，提升氣象數位資訊基礎建設效能。

6. 全面提升資通安全防護措施，強化對外提供氣象資訊之完整性，確保氣象資訊核心系統之可用性達99.995%以上。

詳細各重點工作項目逐年之績效指標如表6所示。

表 6、「促進智能創新應用，連結未來」績效指標。

工作項目	績效指標名稱	109 年	110 年	111 年	112 年
打造氣象智能應用服務	智慧應用服務涵蓋縣市總數	需求訪查與分析	1	2	3
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關合作整合。 2. 計畫結束預計完成與 3 個智慧城市進行智慧應用跨域合作。			
	歷史自記圖紙觀測資料數位化完成度	20%	40%	70%	100%
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無此項目。 2. 運用人工智慧技術分 4 年逐步進行，並於第 4 年完成數位化總計 30 萬幅歷史雨量和風速自記圖紙觀測資料，以強化歷史觀測資料之數位保存，提升氣候分析應用並豐富氣候變遷論述。			
	極端氣象事件的跨域史料研究完成度	20%	40%	70%	100%
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 分 4 年逐步進行，計畫結束預計完成 50 個歷史極端天氣或重大氣象災害事件之跨域史料研究。			
	智慧化氣象數值模式加值產品總數	技術研發	2	5	8

	績效指標 評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 利用人工智慧及機器學習技術發展氣象加值產品，逐年新增產品總數，計畫結束後增加 8 種加值產品，包括溫度、風速和雨量預報之偏差修正產品、空污與定量降水預報產品等。			
建構數位創新服務環境	智慧化監控管理平台應用成效	資訊設備 50%	資訊設備 100%	核心作業應用系統 100%	1分鐘內
	績效指標 評估基準	1. 109至111年，所有機房資訊設備及核心作業應用系統導入比率。 2. 112年，核心作業的異常事件開始處理之平均時間。			
	發展數位創新服務總數	規劃建置	3項服務	4項服務	維運
	績效指標 評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 第 2 年建構氣象測站數位導覽，滿意度達 90%以上。 3. 使用智慧型便民服務之民眾，滿意度達 90%以上。 4. 資訊設備聯網服務預計減紙比率達 80%，盤點與管理時間節省 70%。			
強化數位資訊基礎建設	引進京等級高速運算電腦	完成高速運算電腦購案所需文件與程序	完成高速運算電腦第1期建置案	完成高速運算電腦第2期建置案	完成高速運算電腦第3期建置案
	績效指標 評估基準	1. 109年完成高速運算電腦購案所需之調查、規劃以及採購文件和相關程序。 2. 引進京等級高速運算電腦，預計第 4 年計畫結束後，高速運算電腦由現行 1.48 PFlops 擴充至 10 PFlops。			
	擴充大量資料儲存空間	進行大量資料儲存與異地備援規劃分析與需求預測機制	擴充至55 PB，並建置異地備份儲存空間	擴充至75 PB，並建構效能監控與管理	擴充至100 PB，並建構快取資料儲存環境
	績效指標 評估基準	1. 擴充大量資料儲存空間，本局正執行之「前瞻雲端資料中心計畫」中已規劃 109 年擴充至 35 PB，因此本計畫分 3 年逐步擴充，計畫結束後預計擴充至 100 PB；並加強儲存設備有效管理，第 1 年完成大量資料儲存與異地備援規劃分析與需求預測機制，第 2 年建			

		置異地備份儲存空間，第 3 年建構效能監控與管理，第 4 年建構快取資料儲存環境。			
	氣象資訊核心系統全年度可用性	99.94%	99.96%	99.99%	99.995%
	績效指標評估基準	1. 現行資訊安全政策之資訊安全管理指標為：確保核心資訊系統平均可用性達 99%（含）以上。 2. 確保氣象資訊核心系統之可用性逐年提升，預計於第 4 年達 99.995%以上。 3. 本局所有氣象資訊核心系統的全年度可用性平均值。			
	整體氣象資訊作業系統全年度可用性	96.3%	96.3%	97.5%	98%
	績效指標評估基準	1. 現行資訊安全政策之資訊安全管理指標為：確保非核心資訊系統平均可用性達 96%（含）以上。 2. 確保整體氣象資訊作業系統之可用性逐年提升，預計於第 4 年達 98%以上。 3. 本局所有氣象資訊作業系統的全年度可用性平均值。			
	對外提供氣象資訊之完整性	6次	5次	4次	3次
	績效指標評估基準	1. 現行資訊安全政策之資訊安全管理指標為：確保資訊系統因外來因素造成資安事件而影響對局外提供資訊之完整性，每季不得超過 3 次。 2. 因資通安全事件造成系統異常而影響對局外提供氣象資訊之完整性逐年遞減，預計於第 4 年每半年不得超過 3 次。 3. 本局所有因資通安全事件造成系統異常而影響之對局外提供氣象資訊，不同事件次數之累計總和。			
	高效能通訊作業環境建置	緊急應變通訊中心規劃	緊急應變通訊中心建置	強化高效能災防通訊網聯	提升網路通訊環境平均速率
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前僅有部分或小規模的基本功能。 2. 第 1 年完成緊急應變通訊中心語音、資料及視訊之整合通訊服務規劃。 3. 第 2 年完成緊急應變通訊中心語音、資料及視訊之整合通訊服務建置，含至少 50 點同步即時視訊直播通訊			

		基礎擴大建設。 4. 第 3 年完成災防通訊網聯的設備汰換更新與備援新增建置，提升災防通訊網聯的可用性。 5. 建構高速網作業環境，逐年提升網路傳輸平均速率，預計於第 4 年可建構 10 倍速的網路通訊環境。

（三）拓展氣象前瞻技術，連結國際

在「拓展氣象前瞻技術，連結國際」部分，計畫執行完成後主要的績效表現在以下面向：

1. 延長颱風、熱帶低壓路徑預報及鄉鎮預報產品時效，擴充颱風期間風雨預報分區與機率預報，提升定量降雨和鄉鎮預報的時間、空間解析度，建置與引進先進的預報輔助資訊系統，強化預報作業的時效與準確度。

2. 發展新一代全球模式預報系統，結合海氣耦合技術，支援氣候預報所需的客觀預報指引。

3. 提升區域預報模式解析度至1公里，提供臺灣地區高解析度預報之各式客觀指引。

4. 透過動力統計預報技術之發展，提供2至4週溫度、降雨與極端天氣事件（寒流、熱浪、豪大雨等）的各項預報指引，以使決策者做出較佳決策，得到較大的經濟效益。

5. 建置小區域短期氣候預報資訊，開發極端事件潛勢預報產品（如極端高溫、極端降水指數、梅雨季極端降雨事件頻率、季節尺度極端高溫預報指引），發展季內至季節尺度預報，提供梅雨季週及特殊事件預報產品。

6. 建置臺灣地區完整的輻射觀測網，提升蘭嶼背景大氣站觀測作業項目，增加氣溶膠等觀測設備；發展無人機自動觀測作業，進行探空觀測及氣體採樣分析，提供環境監測數據與協助空氣污染等相關議題之研究。

詳細各重點工作項目逐年之績效指標如表7所示。

表 7、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」績效指標。

工作項目	績效指標名稱	109 年	110 年	111 年	112 年
提升定量氣象預報能力	延長熱帶低壓路徑預報時效	技術研發	5天	技術研發	7天
	績效指標評估基準	1. 107 年颱風路徑預報時效為 120 小時，108 年發布熱帶性低氣壓未來 24 小時路徑預報，110 年延長銜接熱帶性低氣壓和颱風之路徑預報至 120 小時。 2. 112 年颱風及熱帶低壓路徑預報時效至 168 小時。			
	逐時更新之0至6小時即時預報產品	技術研發	雛形建置	平行測試	上線作業
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 經研發、雛形建置、平行測試，預計 4 年計畫結束時能提供逐時更新之 0 至 6 小時即時預報資料，包括溫度、天氣變化及定量降雨預報資料等。			
	即時預報系統新增水文顯示介面	技術研發	開發建置	優化調整	上線作業
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 分 3 年逐步完成水文（Hydro）顯示介面移植，強化本局預報人員對水文資料或產品的判讀能力。			
	即時預報系統新增危害性天氣警示	技術研發	開發建置	優化調整	上線作業
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 分 4 年逐步完成危害性天氣警示服務功能導入，並將發布警報的時間由現行的 1 小時提前至 3 小時，以延長劇烈天氣的因應時間。			
	精進定量降雨預報產品	颱風警報及熱帶低壓特報發布期間，提供逐 3	提供大雨特報鄉鎮分區產品	提供未來 2 天之內，逐 3 小時之定量降雨預報及	提供未來第 3 天 12 小時定量降雨預報

		小時更新定量降雨預報		降雨機率預報	
	績效指標評估基準	1. 108 年提供 48 小時內逐 6 小時定量降雨預報。 2. 計畫結束後 0 至 48 小時預報累積雨量區間提高為 3 小時，並新增 48 至 72 小時之 12 小時的累積雨量預報產品。			
	延長鄉鎮預報時效	技術研發	72 小時	技術研發	每 3 小時鄉鎮天氣預報時效至 120 小時；每 12 小時鄉鎮天氣預報時效至 240 小時；新增鄉鎮天氣預報 264 小時至 336 小時。
	績效指標評估基準	1. 108 年對民眾提供每 3 小時鄉鎮天氣預報時效為 2 日，每 12 小時鄉鎮天氣預報時效為 168 小時。 2. 對民眾提供之每 3 小時鄉鎮天氣預報時效，110 年延長至 72 小時，計畫結束時提供至 120 小時，並延長每 12 小時鄉鎮天氣預報時效至 240 小時，新增 264 小時至 336 小時逐日之鄉鎮天氣預報。			
精進無縫隙氣象預報技術	建置新一代全球天氣預報系統	建置與測試新一代全球天氣預報模式模式	新一代全球天氣預報系統的資料同化系統建置	新一代全球天氣預報系統的調校與作業測試	新一代全球天氣預報系統的上線作業提供預報產品
	績效指標評估基準	1. 發展新一代預報系統（CWB FV3-GFS），逐步取代現行全球作業模式 CWBGFS，計畫結束後上線作業，依據下一代超級電腦性能提升水平解析度至 10~15 公里，提供 16 天預報，第 8 天 500 高度場距平相關得分提升 6%（107 年距平相關得分為 0.55）。 2. 新一代全球預報系統同時並提供台灣鄰近區域 5			

		天高解析度（至少 5 公里）之天氣預報。			
	建置新一代海氣耦合預報系統	20%	45%	75%	100%
	績效指標評估基準	1. 此為新發展之預報系統，取代舊的海氣耦合預報系統。 2. 逐步進行大氣模式與海洋模式的更新，並將模式的解析度從現行的 100 公里提升到 50 公里，預計於第 4 年完成新一代海氣耦合預報系統建置，並進行過去 30 年之事後預報，以提供氣候預報客觀指引，提高月與季預報準確度，相關績效指標：(1)預報長度由目前的 9 個月增加到 13 個月，(2)全球溫度氣候預報技術(距平相關係數)能力增加 25%(目前預報技術能力是 0.2，預計新系統可以上升到 0.25)。			
	臺灣地區3至4週預報產品	新增3至4週溫度預報產品	新增3至4週極端溫度預報產品	新增3至4週雨量預報產品	新增3至4週極端雨量預報產品
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 第 1 年結束將新增 3 至 4 週測站之週平均溫度機率預報，第 2 年結束將新增 3 至 4 週測站與高解析格點之極端溫度機率預報，第 3 年結束將新增 3 至 4 週區域累積雨量之機率預報，第 4 年結束將新增 3 至 4 週區域極端雨量之機率預報。 3. 3 至 4 週預報屬於具高度不確定性的展期預報，因此本計畫將參考美國氣候預報中心所發布之預報產品型式，採用類別機率預報，同時應用機率型預報能力指標 RPSS（Rank Probability Skill Score）來評估類別機率預報相較於氣候預報的改善程度，以及透過 BrSS（Brier Skill Score）來評估極端事件機率預報相較於氣候預報的改善程度。			
	區域模式解析度提升到1公里	研發	研發與作業性評估	建立測試平台，每日進行一次預報	上線作業

	績效指標 評估基準	計畫執行前模式最高解析度為 3 公里，預期將在 4 年計畫結束時將模式解析度提升至 1 公里，1 公里解析度模式對臺灣的溫度和風速預報能力可較 3 公里解析度模式提高 25%。			
	區域模式颱風路徑及強度預報準確度累積改善程度	2%	4%	6%	8%
	績效指標 評估基準	以 103 至 107 年之 24 小時颱風路徑預報平均誤差（77.8 km）為基準，預估每年改善預報誤差約 2%，在計畫結束時，提升颱風預報準確度達 8%。			
掌握氣候監測與預警能力	建置臺灣地區背景大氣觀測	大氣輻射觀測設備採購與場址現勘及評估分析	標準大氣輻射觀測設備建置與測試運作	標準大氣輻測觀測資料格式標準化	臺灣區域標準大氣輻射觀測網絡建置
	績效指標 評估基準	1. 逐步進行，第 4 年完成臺灣區域標準大氣輻射觀測網絡及資料格式標準化（符合 BSRN 標準）。 2. 更新蘭嶼背景大氣觀測設備。			
	無人機觀測系統建置	無人機觀測系統任務規劃	無人機觀測系統開發	無人機觀測系統建置與測試	進行無人機觀測系統業務化改進
	績效指標 評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 第 1 年完成邊界層氣象觀測與氣體採樣分析作業評估與規劃，第 2 年完成酬載平台與觀測元件之開發與整合，第 3 年進行觀測資料即時傳輸與展示，並進行作業自動化之規劃，第 4 年完成觀測系統自動化改進作業，提供例行性的邊界層氣象觀測與氣體採樣資料蒐集能力。			
	增加短期氣候預報資訊	技術研發	開發建置	優化調整	作業化平行測試
	績效指標 評估基準	1. 108 年提供 25 站月季均溫綜合預報指引。 2. 開發綜合預報技術，整合各預報指引，預計 112 年提供 25 站月季雨量綜合預報指引。			
	開發季內至季節尺度極端事	季節尺度極端高溫預報	季節尺度極端梅雨	季內尺度極端高溫預報	季內尺度極端梅雨季極

	件預報系統完成項目	指引	季極端降雨事件預報指引	指引	端降雨事件預報指引
	績效指標評估基準	1. 本計畫執行前無相關產品。 2. 分年逐步辦理，分別完成季內至季節尺度極端高溫與梅雨季極端降雨事件頻率預報指引、極端降水指數。 3. 系統上線作業，將完成極端高溫與梅雨季極端降雨季內至季節的預報，建構本局無縫隙的氣象監測及預警能力，逐步與國際趨勢接軌。			

參、現行相關政策及方案之檢討

一、 前期計畫執行成果

中央氣象局（以下簡稱本局）自民國72年起提出「氣象業務全面電腦化計畫」，接續執行6個階段的主軸計畫（如圖7），逐步從氣象業務電腦化，建立現代化氣象作業，到近期氣象監測與預報科技能力的提升，帶動鄉鎮預報技術的發展，使整體氣象作業效能邁入新的里程碑，同時也推動氣象多元化服務，為政府與民眾創造更高的氣象應用價值。前一階段計畫以安全預警、便民服務與跨域合作為主要的業務發展方向（主軸）。

圖 7、「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」主軸。

依循上述主軸計畫發展的脈絡，本計畫主要是延續正在執行之「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）（105至108年）」，推動第2階段的「氣象資訊之智慧應用計畫（109至112年）」。「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」（如圖7）透由強化氣象基礎建設並接軌先進氣象科技，突破無縫隙預報的兩端瓶頸，也就是強化極短時的劇烈天氣預報技術及第2週至月/季的短期氣候預報技術。在作法上是以氣象科技發展為基底，以開放/巨量資料資訊技術開拓便民服務，連結農漁、健康、能源與人本、在地特色的跨

域合作；同時強化災害即時預警服務，建置數位化快速預警訊息通報機制，如4G公眾預警推播系統等；另外也推動資訊生活化與防災化服務的策略，再將氣象資訊服務進階導向智慧應用，以擴大民眾與產業的受益，並積極參與政府間之跨域合作，期許能從「強化氣象便民服務與資訊建設」、「推生氣象專業與跨域合作服務」，及「拓展氣象安全預警服務」3大面向，應用資通訊科技的力量，推動優質氣象資訊公共服務，滿足民生與經濟發展的需求，並維繫我國先進氣象科技能力，逐步實現國家氣候變遷調適政策綱領及行動計畫中所需之氣候服務，並維繫國家氣象業務的永續發展。

圖 8、近年推展氣象服務之重要實績。

「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」至107年度各項工作均按規劃逐步完成，該計畫自105年度以來執行具體的實績綜整如圖8，此計畫之推動各新服務也為本局獲得政府防災單位之肯定及近3年九成以上民眾的滿意度。至107年完成的具體重要成果包

括：

(一) 在氣象科技發展方面

1. 與學術社群合作，並適時整理發表於國內外重要期刊，以106年為例，與本計畫相關之國際期刊論文共5篇，自本計畫執行開始（105年）累計達17篇，除彰顯本局的氣象科技學術成就外，且將研發的成果落實於天氣測報與氣候監測作業應用，達成提升氣象預報準確度以及強化防災預警能力的目標。
2. 全球預報模式解析度由40公里提高至25公里，區域模式最高解析度由5公里提高至3公里，提升颱風路徑預報準確度達20%，與歐盟氣象中心和美國之預報能力相當。發展全球和區域系集預報系統，提升3至4週展期天氣預報能力以及提供預報之不確定資訊，在中央與地方政府防災風險管理決策支援扮演積極的角色。
3. 發展小區域的氣象預報科技，進而建立鄉鎮預報技術，開啟提升在地化氣象服務的契機。

(二) 在氣象防災服務方面

1. 為落實近年本局強調以主動服務為政府與民眾創造更高的氣象應用價值，因此特別著力於跨部會合作與防救災決策支援，截至107年底現行劇烈天氣監測系統（QPESUMS）已開發19個中央與地方政府的客製化系統，提供進行防救災決策應用。為提供更多氣象預警資訊與更方便使用之防災資訊系統，「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」執行至今，已完成以模組化方式建構新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）之整體規劃，並開發交通部公路總局版（107年12月上線作業）、民眾版（108年2月上線作業）及防災版、交通部臺灣鐵路局、經濟部水利署、農委會水保局等客製化系統等6個系統。藉由本計畫的執行，未來將逐步完成現有19個及後續新增之客製化系統，以延

續現有QPESUMS之防災客製化服務，並持續強化氣象資訊的防災應用效能。

2. 建置全臺縣市氣象預警資訊整合顯示服務，並配合政府災防告警細胞廣播訊息服務（Public Warning System, PWS），發展本局警特報與即時預警訊息通報機制。完成大雷雨即時訊息和颱風強風告警系統，提供民眾及時預警資訊。

(三) **在跨域應用與資料服務方面**

1. 擴大開放資料，共7大類463項資料，開發API資料擷取四星級服務，累計65項四顆星等級資料，目前每月下載次數逾7仟萬次，下載資料量約50 TB，為107年政府開放資料下載第1名。行政院「政府資料開放優質標章暨深化應用獎勵」，其中「資料開放人氣獎」項總共10項，本局即囊括其中4項獎項。

2. 國發會推薦本局參與數位經濟暨產業發展協會（Digital Transformation Association，簡稱DTA）為驅動臺灣經濟結構轉型與產業永續發展，特舉辦「2018 DTA Award ─ 數位服務創新獎」，期藉由此競賽活動帶動產業與消費者和供應者之間出現更加多元之互動協調模式，促使各產業格局翻轉，積極迎戰數位經濟創新浪潮，鼓勵並促進政府、業界與學界進行合作，降低彼此間的鴻溝，達成多贏的結果。競賽分四類獎項，包括貿易便捷化與電子商務、開放數位政府、資料導向之價值創造，和創造包容性數位機會，本局在上述競賽活動中獲得開放政府類優選。

3. 本局積極推動與災防、交通、國防、觀光、農漁林、水資源、公衛健康及氣象科技研究之跨域合作，瞭解與因應各跨域應用的決策需求與流程，並採用多樣資料與模組化的方式，運用圖形化的方式顯示決策資訊（如警示燈號閃爍），支援不同專業領域的應用分析，以提高其決策判斷的效能。至107年底，本局與行政院農業委員會漁業署建立「澎湖海域養殖寒潮（低海溫）警

示」、「海面養殖長浪警示」之跨域應用決策支援系統，提高政府相關單位對其寒害因應與判斷的效能。另，為拓展氣象資訊的應用與服務，本局於107年10月底正式推出「應用氣象App」，目前包括漁業氣象與校園氣象兩部分，其中漁業氣象是與行政院農業委員會漁業署、水產試驗所共同開發，校園氣象則是與教育部共同開發，同時進行多項座談以廣納各界對氣象跨域結合應用之需求。例如目前「應用氣象App」陸上養殖漁友們已可查詢到氣壓、風速及風向，自動警示的氣象要素包括溫度、累積雨量及氣壓變化等，本計畫將持續與漁業署、水產試驗所及漁友等討論進階需求，例如增列氣壓與風向等，以期更能符合下游使用者的需要。

4. 為加強推動民間對於氣象開放資料之創新、加值及應用，本局自106年起辦理「Open Data創新應用競賽」，是年共有32組報名參加，其中有4組作品獲獎，並有1組作品通過商業化驗證；107年共有45組報名參加，其中有4組作品獲獎，並有1組作品通過商業化驗證，另有1組通過專利申請；108年將持續辦理「Open Data創新應用競賽」以結合民間力量提供創新氣象資訊服務，並持續促進民間氣象服務事業發展。

5. 交通部為評選及獎勵交通部服務品質績優機關，辦理107年度交通部服務獎評獎，本局氣象資訊中心於交通部整體服務類8個得獎機關中排名第4名，並獲推薦代表交通部競逐行政院第2屆「政府服務獎」，而後自參賽之全國177個機關中脫穎而出，陸續通過初審及決審，成為獲頒第2屆「政府服務獎」整體服務類獎之18個機關之一。

(四) **在基礎建設方面**

1. 完成高速運算電腦之建置與擴充，總計算資源達1,481 TFlops，全力支援高解析氣象模式發展與強化氣象合作所需的計算資源。

2. 建置更具縱深防禦機制的新世代防火牆，強化網路安全防禦能力，及完成24

個氣象站局屬光纖網路佈建，提升局屬網路資料傳輸效能。

3. 擴大臺灣地區新一代地面氣候觀測網，累積完成 20個氣候站，提升氣候觀測品質與觀測資料之應用，並強化往後氣候變遷論述。
4. 累積完成24個物候觀測資訊系統建置，紀錄氣象對環境及物種影響，提供氣候變遷物種變化與調整等長期觀測數據，並發展結合地方文化與產業活動特色之氣象應用。
5. 落實核心業務資訊安全管理機制，並為維護資訊作業安全性，每3年取得數值預報作業機房與核心系統ISO27001第3方資安驗證合格證書，並持續2年複評驗證合格。

本計畫為正在執行之「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）（105至108年）」的延續性與擴充計畫，為了能確切達到本計畫所訂定的「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之業務目標，必須先行盤點前期計畫的不足之處，茲評析如下。

二、 現行方案之檢討

(一) 在深化氣象多元服務方面

氣象服務的關鍵在於以人為本貼近使用者的需求，以使用者需求導向服務的設計和理念。使用者包括一般公眾、特定政府機關、防災單位等等，同時也需兼顧提供服務的經濟效益，據以擬定優先順序和服務的重點。

1. 透由過去計畫之執行，本局在網路平台的公眾服務方面已陸續提供全球資訊網（WWW）、行動化網頁、行動載具生活氣象應用程式（App）、社群服務Facebook、電子報、個人化網頁與RSS等資訊服務。107年度氣象資訊服務網站上網瀏覽人數7, 416萬人次，個人化網站服務會員數115, 715戶，電子報

訂閱客戶85,261人，生活氣象App超過203萬人次下載。另外，為活化氣象公眾服務，本局於臉書等社群發布天氣預報、警特報與地震資訊，逐步成立「報天氣」、「報地震」、「報天文」、「報氣候」等Facebook 粉絲專頁。同時為增進社會大眾對氣象及防災資訊的認知，於106年新增數位科普網，讓民眾透過網站學習並認識天文、氣象、海象、地震、防災宣導等科普知識。然而，為強化日益增多的公眾服務資訊，建構於網路平台的氣象服務亦需隨之調整，以提供無中斷、高效能及更友善的氣象資訊服務。例如近年來全球開始推行「智慧城市（Smart City）」，如何讓天氣資訊也能在社會運行的眾多系統間快速推播是其中的一個重點。因此，可以應用網頁流量及點擊率資料分析，強化全球資訊網社群分眾化、個人化服務功能，建立經驗互動式（UI/UX）全球資訊網。在App方面，可擴充互動式行動App功能，提升高解析度天氣預報資料顯示效能，並運用AI語音辨識技術發展氣象語音查詢系統，以多元方式提供氣象查詢服務。並應用AR/VR技術於網站或App以虛擬實境應用方式展示天氣，透由先進資訊科技以強化網路平台公眾服務資訊的多樣性。

2. 全球氣象衛星觀測主要任務除提供大範圍的天氣系統的即時監測外，亦可透過新一代氣象衛星多頻道與高時空解析度特性，引進新式衛星演算技術，產製高時間、高空間的環境監測資訊。傳統氣象衛星觀測主要應用於天氣分析，衛星資料同化到數值模式中更是改善預報的重要關鍵。然而新一代衛星資料在災害監控、空氣品質監測、海洋資源、陸面資訊乃至航空氣象的應用更具不可取代性。可以說，在應用雷達資料之後，充分應用衛星觀測是強化國土守護與資源應用的一個關鍵。本局在擴大氣象多元服務方面，自當積極發展衛星資料在各領域的應用，據以回應政府資料治理的施政目標。

3. 氣象防災是臺灣災害管理至為重要的一環，本局現行提供防災客製化資訊服

務之QPESUMS系統係自91年發展，至今已逾十餘年。隨著劇烈天氣如短延時強降雨等現象發生頻繁、防災所需之海氣象資料需求層面日趨廣泛，各政府單位單位對於QPESUMS系統之依賴程度及需求亦隨之增加。再者，新世代的防災應用系統需考慮整合地理資訊系統，以提供更直覺化的情境資訊，這對於防災決策扮演重要的角色。再者，本局過去主要透過傳真、簡訊、及PWS細胞廣播等電信通訊技術，半自動向特定對象及不特定民眾推播天氣預警特報資訊。為加強通報效率，需發展更快、更廣、更有需求針對性對象的自動智慧天氣預警特報資訊推播。而臺灣四面環海，過去對於海面天氣無線電廣播服務僅提供統一之遠近海域海面天氣現況、預報、警特報資訊，也有必要因應更細緻之海面預報時空解析度，分區提供客製海面天氣現況、預報、警特報資訊。

4. 政府推動開放資料，向來由政府單位自行規劃開放資料的內容及時程，容易忽略民間產業應用的需求。政府應思考產業之需求，據以新增開放資料種類、強化資料可用度及取用之便利性，同時應加入民間產業應用成果與回饋，以提升公私協力合作機制與價值。目前本局利用各種方式提供氣象資訊給國內各相關政府單位及學術機構，拓展與國內、外單位關於資源共享、跨領域應用（如防災需求、水資源管理、環境監測等）、縮減數位落差及促進研究發展等方面之合作，惟尚須瞭解各領域氣象應用的需求，促成更廣泛的諸多跨領域應用範疇。另一方面，本局雖持續推動開放資料和跨域應用，然而終端使用者（end-user）依據其產生的資訊做出決策並採取行動時所將產生的社會經濟效益，並未得到廣泛的重視。面對政府公共財政的壓力越來越大，預算有限以及其他政府建設投資的競爭，氣象資訊提供單位需要以科學研究方法顯示其提供服務具有社會、經濟和環境價值，也證明持續投資氣象基礎建設與科學研究的重要性。

(二) **在促進智能創新應用方面**

1. 配合國家新階段推動的產業創新5+2計畫及數位經濟發展方案，並因應創新科技和智能應用之不斷推陳出新，氣象資訊需發揮科技的力量迎上科技潮流。本局擁有巨量的各類觀測與數值預報模式輸出資料，然而現階段國際氣象應用領域對於人工智慧及機器學習技術發展，仍處於萌芽階段，未來如能在巨量資料處理技術的基礎上，結合資訊領域專家進行密集的研討與廣泛的應用合作，使用觀測與數值天氣模式輸出的大數據資料，利用機器學習搭配發展先進的監測與預報技術，當有助於突破目前科學上存在的瓶頸，將天氣監測與預報準確度再向上提升，並擴展氣象在其他相關領域或產業的應用價值。而運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，以支持不同產業數位化發展之需求，可積極促進地方政府、產業與氣象之整合應用。而透由新的數位科技以發展智慧型的一站式便民服務環境和作業、監控以及資安防禦事件預警機制，更可以有效強化機房作業中心之智慧型監控決策分析管理。
2. 高速數值運算、大量資料儲存以及高速網路和強化資通安全是氣象作業最重要的基礎建設，本局運用高速運算電腦提供各式數值天氣、氣候及海象預報模式不間斷的作業，設備負荷沈重且受經年累積的耗損，電腦硬體具有一定的使用期限。在考慮未來推出時間及空間上更細緻的預報與預警服務，資料量與運算的需求都將倍數成長，本局必須積極爭取政府預算，以前瞻的思維預先鋪展足以負荷未來氣象作業的資訊基礎建設，達成提升氣象科技、作業能力和服務的目的。

(三) **在拓展氣象前瞻技術方面**

1. 本局的官方預報目前雖然已可發布鄉鎮區域的天氣預報，但預報產品的時間及空間的解析度仍有許多待改善的空間，而延長預報時效可讓各界使用者瞭

解未來可能面對的天氣，及早採取因應之道。舉例來說，目前氣象局颱風路徑預報時效已經長達5天(120小時)，而熱帶性低氣壓（颱風的前身）路徑預報時效則為24小時。不同於颱風已具較成熟之結構與強度，熱帶性低氣壓之結構較鬆散，易受到大氣複雜的海氣交互作用等因素影響路徑與發展，往往比颱風更難以掌握，更不易做到長時間有效的精準預報。未來期望能在本計畫發展更佳數值天氣預報技術的支援之下，延長熱帶性低氣壓路徑預報的時效，並且能銜接增強為颱風強度之後的路徑預報，綜整熱帶性低氣壓與颱風之預報路徑，使民眾將能在7天前，提早獲得熱帶性低氣壓及颱風的路徑變化。這些預報產品的製作都必須彙整、分析巨量預報資訊，並快速的完成產品對外發布，因此有賴各種智慧型輔助工具的協助，例如統計預報輔助工具、鄉鎮短期氣候預報產品輔助工具、災害性天氣特報與即時預報資訊輔助工具等。類似之輔助工具部分依賴資訊科技以強化資料、資訊的處理效能，部分依賴氣象科技以達到提升預報準確度的效果。本局除自行研發外，更需積極引進國際先進技術，例如美國的第二代先進交談式天氣處理系統（AWIPS II，Advanced Weather Interactive Processing System II）是美國氣象預報作業的主要工具，本局已於前期計畫中引進部份功能及工具，同時也銜接了本局九成以上的本地資料源，但仍須進行大量的在地化與客製化調整，並持續引進更多新型的決策支援工具，此一系統的優化預期可再提升本局對災變天氣研判和災害應變作業的效能。

2. 臺灣地處副熱帶，常年有遭受颱風、暴潮、豪雨、乾旱和寒潮等天然災害之虞，尤其是目前全球暖化、氣候變異日趨明顯的情況下，發生高影響（High Impact）天氣的頻率增加，使短延時、強降水的現象更加劇烈，導致各類損失有繼續升高的趨勢。例如107年8月下旬臺灣處於低壓帶內，受到低壓帶及西南氣流影響，持續性的強降水造成臺灣中部及南部部分地區嚴重淹水。因

此，對於這些天然災害提供準確之早期預警就成為預報作業最重要的挑戰。依據國內外的發展趨勢與作業需求，發展2至4週以及季節預報技術已成為現今作業單位之重要業務，雖然此一預報技術仍有待持續投入人力和資源進行研發，但各國氣象預報作業單位均殷切期盼利用此一預報資訊以捕捉2至4週後高影響天氣，乃至季節尺度的訊號，例如高溫、寒潮、持續性豪雨、颱風等，以拉長預警的前置作業。本局也應積極投入資源發展相關預報技術，以逐步滿足政府各部門與民眾的期待和需求。

3. 天氣與氣候預報取決於我們對大氣現況以及大氣運動法則的掌握及瞭解，然而因為大氣具有高度非線性的特性，使得大氣存在可預報度的問題。數值模式的發展是提升可預報度的重要工具，本局發展數值天氣預報已逾30年，此一發展方向無論是現在還是未來都仍需持續。加強各種觀測系統的建立是瞭解大氣現況的必要途徑，應用全球與當地的各式觀測資料，並運用先進的資料同化技術以改善模式的初始場，同時持續優化預報模式以改進模式的預報能力，進而兼以採用多模式系集預報以涵蓋預報的不確定性。而世界各國（含本局）皆朝向所謂「無縫隙預報」的天氣預報作業模式發展，預報資訊內容從極短時天氣的監測預警、連結到7日內的天氣預報，再延伸至第二週以及月、季尺度的短期氣候預報。7日以內的天氣預報技術發展以追求時空與量值上的準確為目標，7日以上的預報技術發展則著重預測高影響天氣現象發生的機率範圍。本局的全球和區域模式均須往更高解析度發展，同時也強調對地球系統之陸-冰-海-氣現象彼此交互作用的掌握，以期增進預報能力。然而本局有限的科研人力實不足以獨立支撐此一複雜且高端的研究能量，因此必須妥善訂定策略發展方向，充分結合國內學研能量，並擴大國際參與以引進先進技術，方得以在此一「無縫隙預報」的框架中以有限的資源發揮最大的綜合效益。

三、 與本局其他計畫之關連性

本局為推動相關業務，目前正執行若干計畫，如「氣象雷達災防預警技術提升計畫 （108-113）」、「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」、「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」、「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」和「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」。這些計畫和本計畫或為上下游關係，或為互補關係，例如，「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」和「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」提供本計畫所需之相關資料，為本計畫之上游；「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」則使用本計畫之模式預報資料輸出以提供綠能之應用，是為本計畫的下游；而「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」提供本計畫所需之跨域應用經驗，「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」則使用本計畫發展之模式經驗和高速運算電腦資源，並提供雷達觀測資料供本計畫使用，是為互補關係。上述計畫和本計畫之間並無重複。這些計畫執行的重點工作內容摘要以及和本計畫之差異性與關聯性，詳如附錄四。

肆、執行策略及方法

一、 主要工作項目

本計畫所規劃的主要工作項目整體架構如圖9所示，為了能確切達到本計畫所訂定的「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之3大業務目標，本節將依本計畫所規劃的3個目標下的9個重點工作項目與22個子項工作（見圖9），進一步說明本計畫執行工作內容。

圖 9、「氣象資訊之智慧應用計畫」整體計畫工作範疇。

圖9之9個重點工作項目包括：

1. 深化在地氣象服務

2. 擴大災害防救應用

3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析

4. 打造氣象智能應用服務

5. 建構數位創新服務環境

6. 強化數位資訊基礎建設

7. 提升定量氣象預報能力

8. 精進無縫隙氣象預報技術

9. 掌握氣候監測與預警能力

其中第6個重點工作項目「強化數位資訊基礎建設」擬額外請增科技預算額度支應，其餘8個重點工作項目由本局「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」科技發展計畫經費支援。

為了能確切達到本計畫所訂定的「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之3大業務目標，同時考慮本局作業有24小時持續不間斷、高運算量、高資料量、高網路頻寬、高儲存需求、高安全需求、高備援需求等重要特性，本節依據第參章之問題檢討，依本計畫所規劃的3大業務目標的9個重點工作項目，說明相關問題解決的策略。

(一) 深化氣象多元服務，連結在地

本業務目標包含深化在地氣象服務、擴大災害防救應用、提升多元跨域協作與經

濟效益評析3個重點工作項目及6個分項工作：

1. 深化在地氣象服務

(1) 透由強化公眾氣象服務，迎頭趕上國際資通訊發展的現況，引進大數據和人工智慧技術，以人本為基礎，發掘歸納使用者需求為目標，並據此為開發網頁藍圖。另外要引進WebAssembly技術，提升網頁運作效能，並強化數位科普教育及運用AI語音辨識技術開發氣象語音查詢服務，逐步由天氣預報至加入地震、警特報、觀測、衛星、雷達及海象等資訊，回應方式並由語音逐漸擴展至文字、圖像，同時加入個人化設定，提供友善及客製化之公眾氣象服務，貼近民眾對生活氣象服務的需求。

(2) 深化高解析度衛星資料之應用服務，以本局現有的衛星資料接收處理作業為基礎與衡量產品未來需求，引進或發展遙測產品新算法，開發高解析度、精確的天氣與環境監測產品，例如衛星反演空氣品質監測、飛機積冰與大氣亂流、海域安全等，供防救災單位預警參考與強化跨域運用。

2. 擴大災害防救應用

(1) 建立客製化氣象情資與預警服務整合平台，精進海面天氣無線電廣播服務、建立因區制宜和客製化氣象情資與預警服務機制。

(2) 強化新世代劇烈天氣監測系統（QPEplus）取代原有之QPESUMS客製化服務，提供海氣象資訊預警服務，並以跨平台顯示與結合先進GIS之新一代劇烈天氣監測系統。

3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析

(1) 持續開放資料與公私協力，並配合國家智慧政府推動策略計畫建立T-Road資料交換機制提供政府間之資料交換，營造更加友善及便利之氣象服務環境、訂定完整氣象領域資料標準與規範、擴建氣象資料隨選平台、發展鏈結開放資料以拓展氣象跨域應用服務。

(2) 建立具有理論基礎與適合我國氣象資訊的社會經濟效益評估模式，並在農業、能源、衛福之後針對氣象資訊近年發展的幾個重點應用領域，包含：公眾—家計部門、觀光及公眾運輸領域等，進行社會經濟效益評估，以貨幣化方法來衡量氣象資訊於這些應用服務領域之貢獻，並做為後續規劃方向之參據。

(二) 促進智能創新應用，連結未來

本業務目標包含3個重點工作項目以及8個分項工作：

1. 打造氣象智能應用服務

(1) 應用人工智慧資訊技術，重建高解析度歷史自記圖紙氣象觀測資料，同時透過橫跨氣象、歷史、社會、經濟、文化等領域的史料研究，建置氣象史料跨域重現資訊系統。

(2) 智慧城市之發展不僅在於透過ICT創新應用以解決城市發展問題，更將智慧城市之應用發展視為引導經濟成長之驅動力。本計畫將透過運用氣象創新推動模式及產業與地方政府合作，促成各式在地應用、發展人民有感服務與解決方案。同時運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象觀測、模式預報資訊，推升氣象加值產品之研製，以支持不同產業數位化發展之需求，積極促進地方政府、產業與氣象之整合應用。

2. 建構數位創新服務環境

(1) 建置氣象巨量資料整合服務平台，提供整合氣象資訊、共用管理及共通資料服務平台之運用，據以落實資料開放與共享精神，提供單一服務入口及最新且多元之資訊服務，透由平台有效提供各資訊系統資訊之交換，俾利提供決策分析，達成推動資料趨動治理目標。

(2) 透過數位轉型方式，建置互動式視覺化展示服務、發展智慧型的一站式便民服務環境，開發多元化的雲端應用服務，以自動化、數位化方式提供相

關的資訊服務，讓民眾體驗到本局服務的便利、快速及創新的科技感，以提升整體服務的品質。

(3) 建立智慧型數值作業中心，以智慧監控、主動預測、自動預警、數位門禁、資源決策分析、異常事件分析及緊急應變的專家指引，同時運用資安多層次縱深防禦機制，並打造本局全面創新服務的安全環境，加強數值機房作業中心的整體營運效能，提升數值作業服務品質。

3. 強化數位資訊基礎建設

(1) 運用智慧化整合技術，建構高效能具作業彈性的安全通訊作業環境，建置整合式機器智能圖像化維運中央控管機制，運用人工智慧提升作業軟體系統狀態監測告警與預警能力，並強化新型態資安攻擊的防禦能力，營建彈性應用並兼具高效能及資安無虞之整合通訊網路環境。

(2) 為數值模式預報作業的需要，建置新一代運算量達10 PFlops以上之京（10^{16} PFlops）等級高速運算電腦，以提供時間及空間更精細的各式數值天氣、氣候及海象預報模式不間斷的作業。優化大量資料儲存系統存取效能，提高總儲存容量達100 PB，並建立資料異地備份儲存空間，以因應資料及作業備援的需求。目前氣象局運行中的高速運算電腦使用現況、與國際作業中心的比較以及未來氣象作業所面對的計算需求分析，請詳見附錄一。

(3) 為強化符合資通訊安全無虞所需的持續性營運作業環境，建立智慧型管理與安全、穩定、高可用性的機電環境，包括更新UPS電力供應和空調冷房冷力，以因應持續成長的氣象資訊作業與高速運算電腦的需求，並提升機房整體資源的使用效率。此外亦需要建立集中監控管理不同實體區域的機房環境設施，透過強化基礎設施管理功能進行資源動態調節功能，以提高資源的使用效率。本局在正執行之「前瞻雲端資料中心計畫」所規劃的「建置智慧型資訊作業監控與管理平台(108-109年)」，是108年規劃，109

年初步建置並進行部分硬體設備導入。而本計畫所規劃之「智慧化監控管理平台」一方面是要彌補「前瞻雲端資料中心計畫」所不足之經費，另一方面則是利用AI或大數據等新興資訊技術所發展的次世代監控管理平台，以期強化對所有應用系統之有效監控與管理。

(三) 拓展氣象前瞻技術，連結國際

本業務目標包含3個重點工作項目以及8個分項工作：

1. 提升定量氣象預報能力

(1) 精進颱風與熱帶低壓之路徑、強度及結構預報之準確度，延長預報時效以及提升時間和空間的精細度，發展颱風和熱帶低壓機率型預報產品。開發及強化颱風預報警報決策系統，改善預報人員快速地進行大量預報資料的編輯及決策流程。另外，提高精緻化天氣預報的解析度、延長預報時效，以及發布逐時更新之即時預報產品。

(2) 引進與本土化美國新一代預報決策輔助工具，特別強調臺灣本土新資料源之介接、增加水文顯示介面、導入危害性天氣警示服務和建置新一代天氣圖編輯系統等。

2. 精進無縫隙氣象預報技術

(1) 透過動力統計預報技術之發展，作業化提供2至4週溫度與降雨的各項預報指引，並透過決策支援系統，針對極端天氣事件（寒流、熱浪、豪大雨等）提供決策建議，以使決策者做出較佳決策，得到較大的經濟效益。

(2) 引進NCEP FV3-GFS社群模式與GSI 混合式四維變分（4DEnVar）之循環週期資料同化系統，作為本局下一代全球天氣預報系統的原型系統，拉近與世界各主要全球數值天氣預報系統預報能力的的差距。引進美國GFDL的海洋模式MOM5與本局全球模式預報系統（GFS）模式建置耦合模式。完成波流耦合模式建置，新增突發性大浪（異常波浪）預報產品，強化與

海洋委員會、海岸巡防署、環境保護署及漁業署跨域合作。

(3) 強化區域數值預報模式之發展，提高模式解析度以加強對臺灣局地以及劇烈天氣的預報能力。進行煙流數值預報技術之研發，強化對火山灰和重大污染事件之評估能力。

3. 掌握氣候監測與預警能力

(1) 建置符合世界氣象組織BSRN（Baseline Surface Radiation Network）觀測規範的大氣輻射觀測設備，以建置完整的臺灣地區標準大氣輻射觀測網，另加強蘭嶼背景大氣懸浮微粒觀測能力，發展無人機載具輔助大氣低層或邊界探空觀測或氣體採樣分析作業。

(2) 發展新一代的氣候資料庫和氣候監測預報作業輔助系統，研發小區域（由目前4區擴增至25個測站分區）月季綜合預報技術，開發極端事件潛勢預報產品和整合臺灣雨量季節預報指引，以達到早期預警效果。

(3) 開發季內尺度極端事件預報系統，包括臺灣梅雨季極端降雨事件頻率、梅雨起始及結束時間、梅雨季雨型變化概念等，並發展梅雨季極端降雨事件頻率及季節尺度極端高溫預報的季節尺度極端氣候預警產品。

上述工作項目建構起本計畫主要業務發展之主要工作項目，各分項工作之關聯架構如圖10所示，以工作功能而言，可區分為包含網路、機電及高速運算電腦等數位資訊基礎建設，於此基礎設施上引進智能科技應用於建構智慧型數值作業中心，及對外服務之智慧城鄉與氣象史料重現之發展，且經由巨量資料整合服務平台串接氣象前瞻技術與多元服務系統發展所需，於氣象前瞻技術部分著重於發展高解析度區域預報，與全球2至4周到月、季之無縫隙氣象預報技術，建構極端高低溫、降水和季節尺度極端降雨事件指引，並深植颱風及精緻化預報與預報決策輔助等作業系統之建置。本計畫各項建設之成果將針對不同的使用族群與服務需求，提供包含生活氣象、氣象情資與預警、氣象跨域協作等。同時本計畫亦兼顧創新精神，例如

- 以巨量資料整合服務平臺，連結智慧城市，發展數位與智慧型的便民服務。
- 運用氣象資料進行跨域物候研究，紀錄氣象對環境及物種影響，提供氣候變遷物種變化與調整等長期觀測數據，並發展結合地方文化與產業活動特色之氣象應用。
- 運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，提升氣象產業服務。
- 運用人工智慧技術數位化歷史圖紙氣象資料，強化氣候變遷之觀測事實和科學論述。
- 建構氣象應用服務於家計部門之經濟價值評估指標，評析觀光領域及公眾運輸領域之氣象跨領域應用經濟效益分析。
- 利用深度學習模式，提升機房安全管理之告警與預警能力。

本計畫各分項工作環環相扣以達成本計畫欲建立之以人為本之數位創新科技，提供定量氣象預報，達到「更快、更即時、更全面」的氣象服務之願景。

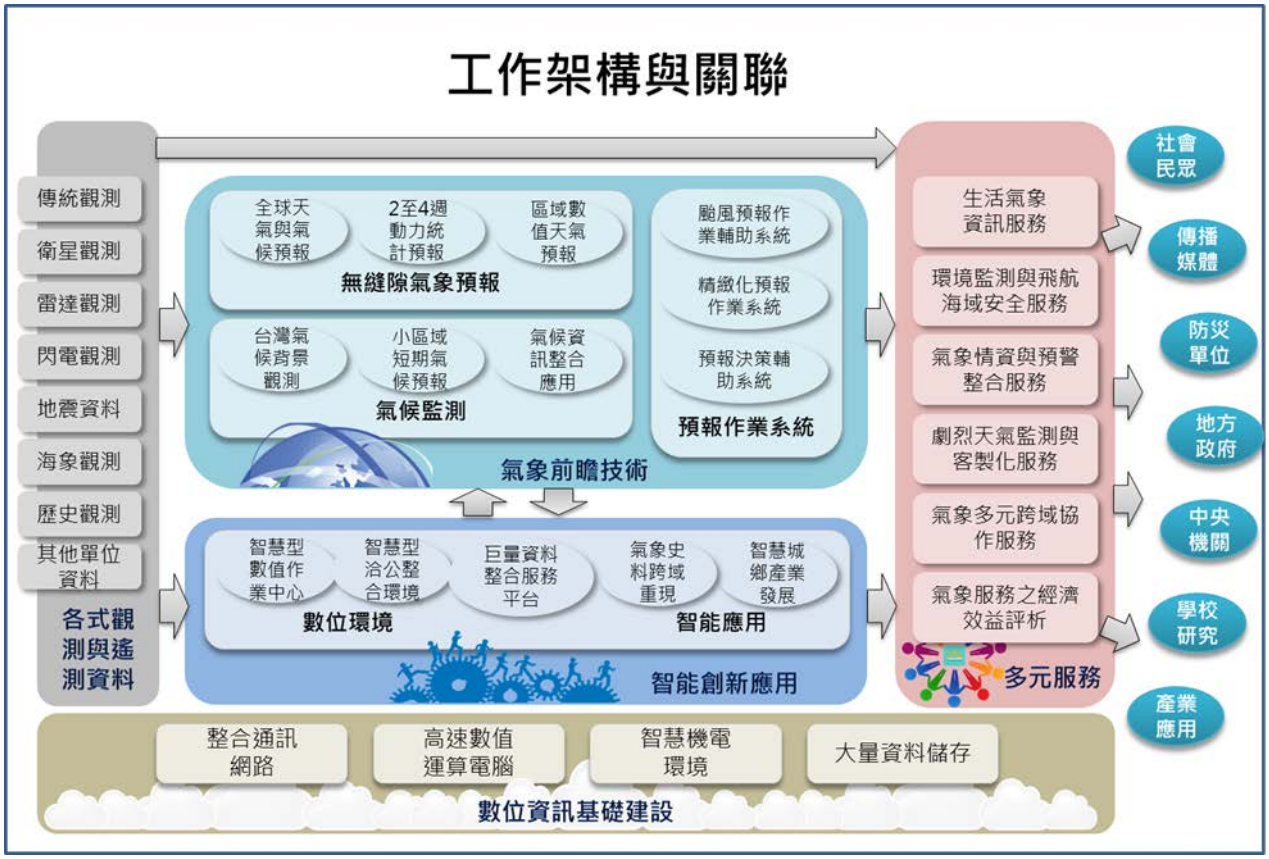


圖 10、本計畫分項工作之架構關聯圖。

二、 分期（年）執行策略

為了能確切達到本計畫所訂定的「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」之3大業務目標，本節依據第參章之問題檢討，並參照交通部108年4月2日召開之「研商本部中央氣象局『氣象資訊之智慧應用計畫』（草案）會議」委員意見（詳附錄五），依本計畫所規劃的3大業務目標的9個重點工作項目，說明相關問題解決的策略。

(一) 深化氣象多元服務，連結在地

1. 深化在地氣象服務

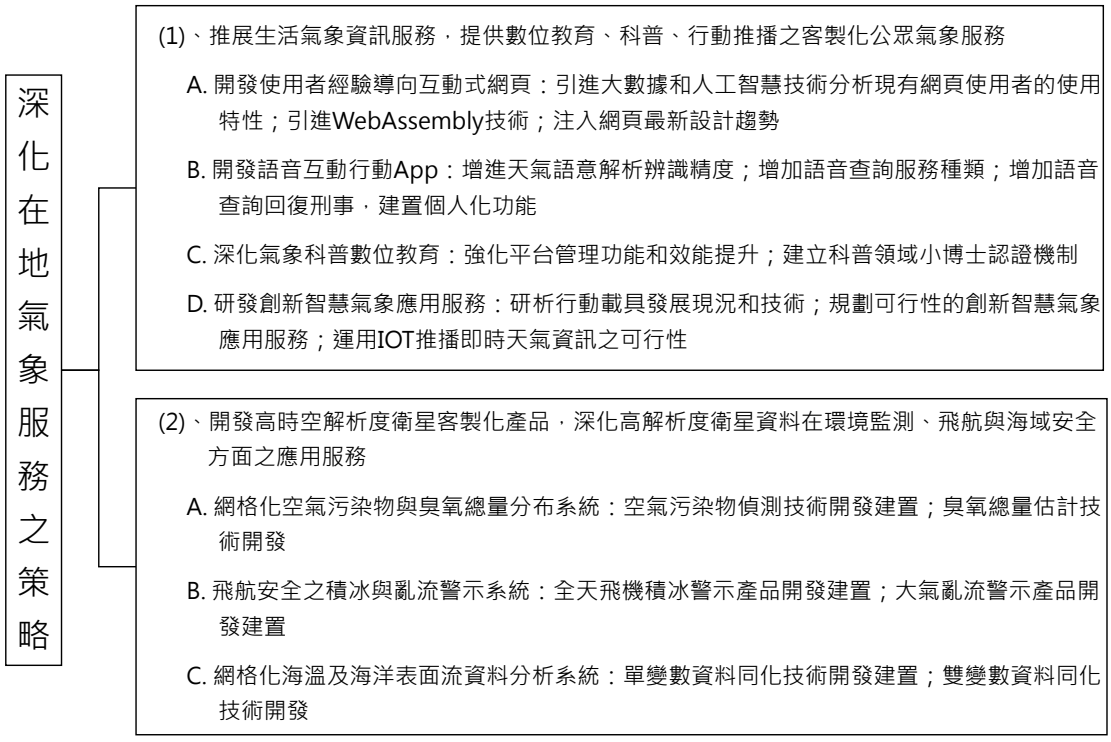


圖 11、深化在地氣象服務之策略工作架構圖。

氣象服務的關鍵在於以人為本，使用者需求導向服務的設計和理念。在公眾服務方面，整合數位科普教育、行動推播及語音互動技術，提供友善、客製化與貼近民眾對生活氣象服務的需求。在語言使用方面會針對多數人使用的國語先行開發，並逐步增加閩南語等其他語言資訊收集、分析並進行機器學

習之自然語言處理 (Natural Language Processing，NLP)，以因應不同語言使用者、區域性口音以及不同性別或教育程度等之差異需求。在環境永續經營需求方面，擴大衛星反演技術，強化在空氣品質監測、飛機積冰與大氣亂流、及海域安全之應用服務。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖11所示。

(1) 推展生活氣象資訊服務

為了打造順應科技進步之氣象智能應用服務，探索並分析各類型使用者真正的需求，持續發展並改進提供給使用者更便利、友善的氣象服務，必須引進與時並進的新興網頁技術以提升網頁應用程式效能，並依據近期網頁設計趨勢和使用者經驗分析結果，打造全新符合現代的全球資訊網。另外語音辨識技術的人工智慧日益成熟，針對身心障礙者、銀髮族、視障者的氣象服務需求，著手將語音辨識功能納入現有氣象應用服務中。在極端天氣越來越常發生的情況之下，瞭解天氣並知道怎麼防災避險是很重要的一環，根據有趣的科普教育將讓氣象不再是一門艱深難懂的學問。為了因應各式行動載具、穿戴型裝置、車載系統或VR眼鏡等之蓬勃發展，開發相關適用氣象應用服務的應用。其主要的改善策略歸納為：A. 開發使用者經驗導向互動式網頁，B. 開發**Android及IOS版本**語音互動行動App，C. 深化氣象科普數位教育，D. 研發創新智慧氣象應用服務等4小項工作。

(2) 開發高時空解析度衛星客製化產品

氣象衛星的應用範圍相當廣泛，從天氣監測、環境監測到數值模式資料同化，隨著衛星精良與多元化觀測儀器，可提供每十分鐘更新的多頻道與高時空解析度觀測數據，發展高解析度之衛星環境監測產品，供防救災單位預警參考。綜整未來迫切需求，本部分主要的改善策略為發展先進衛星反演技術，發展：A. 網格化空氣污染物與臭氧總量分布系統，B. 飛航安全之積冰與亂流警示系統，C. 網格化海溫及海洋表面流資料分析系統等3小

項工作。

2. 擴大災害防救應用

針對擴大災害防救應用所面臨的問題，本計畫擬發展具跨平台顯示與結合先進GIS之新一代劇烈天氣監測系統，建立客製化氣象情資與預警服務整合平台，提供因區制宜之氣象資訊通報服務和臺灣近海客製化海面天氣預報無線電廣播服務。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖12所示。

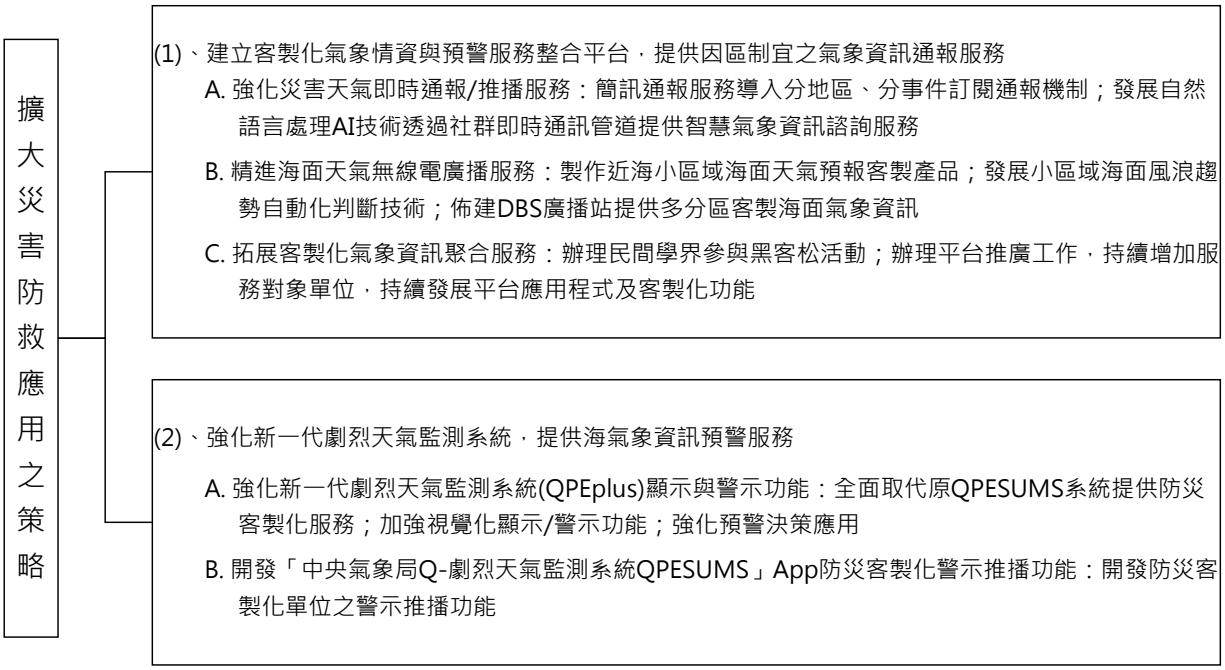


圖 12、擴大災害防救應用之策略工作架構圖。

(1) 建立客製化氣象情資與預警服務整合平台，提供因區制宜之氣象資訊通報服務

將現有災害天氣即時簡訊通報服務導入分地區、分事件訂閱通報機制，落實依需求通報原則，增強簡訊受供對象之需求針對準確性，提升關鍵通報

價值，輔收降低成本之效。並導入自然語言處理AI技術結合主流社群即時通訊管道，建構更快、更廣、對象針對準確性更強之客製化智慧天氣資訊推播。於天氣無線電廣播服務部分導入高解析度資料，製作近海小區域海面天氣預報客製產品，並發展小區域海面風浪趨勢由格點預報自動化判斷技術，及布建船舶用無線電（Double Sideband Modulation，DSB）廣播站台於臺灣鄰近海域分區，提供不同之客製化海面天氣現況、預報、警特報資訊。此外並加速拓展客製化氣象資訊聚合服務，辦理民間學界參與之活動與平台推廣活動，持續增加無償服務之中央、地方防災單位及重大民生相關國營事業數量，供其作為氣象防救減災情資研判使用。例如可提供災害發生時之極端氣象網格化圖資，供農委會推動農業保險之理賠依據。綜上所述主要的改善策略歸納為：A. 強化災害天氣即時通報/推播服務，B. 精進海面天氣無線電廣播服務，C. 拓展客製化氣象資訊聚合服務等3子項工作。

(2) 強化新一代劇烈天氣監測系統

本局於執行「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」期間（105至108年），已開始發展新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus），可跨瀏覽器並提供不同裝置（PC、Pad、手機）使用，亦與電子地圖圖台如內政部國土測繪中心之「臺灣通用電子地圖（Taiwan e-Map）」、「開放街圖（OpenStreetMap）」結合，將各式海氣象資料以疊加GIS圖台的方式呈現，讓使用者於讀取海氣象資料時可獲得更完整的資訊。QPEplus並可更有效率的顯示高時空解析度之數值模式等格點資料，及新增圖形化警示產品等功能。此外，因QPEplus系統之各項功能係以模組化方式開發，於建置新的客製化系統時，即可以現有模組進行建構，節省系統發展及維運人力。預計至108年底計畫結束時可完成QPEplus防災版、民眾版、公路總局客製化、臺灣鐵

路局客製化等系統。本計畫在本項工作上將以持續進行QPEplus客製化系統的發展及建置模組化的管理機制為首要目標，以降低本局用以系統開發及維護之人力，並因應各單位之客製化需求，開發更方便的操作功能及應用產品，以滿足政府單位於防救災作業的需求，執行策略包含：A. 強化新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）顯示與警示功能，B. 開發「中央氣象局Q-劇烈天氣監測系統QPESUMS」App防災客製化警示推播功能等2小項工作。

3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析

針對提升多元跨域協作與經濟效益評析所面臨的問題，本計畫擬訂定氣象領域資料標準與規範，提升氣象資料品質，並以共享經濟的精神，導入其他單位跨域資料以提供跨域協作應用之決策指標；並進行公眾對於氣象應用服務之社會經濟效益分析，建立全國氣象應用服務經濟效益之評估基線，做為後續氣象應用服務及跨域加值應用執行決策之參據。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖13所示。

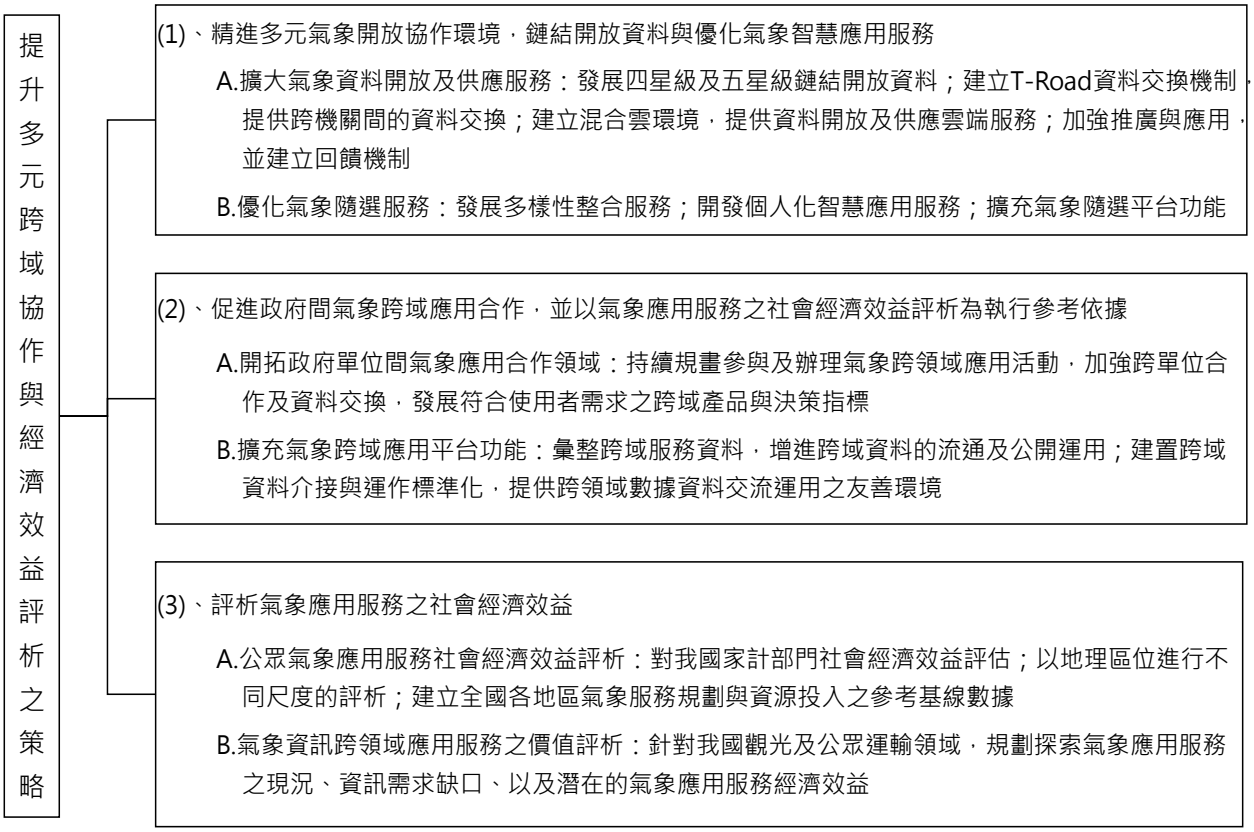


圖 13、提升多元跨域協作與經濟效益評析之策略工作架構圖。

(1) 精進多元氣象開放協作環境，鏈結開放資料與優化氣象智慧應用服務

積極建構智慧生活場域，思考產業之應用需求，結合跨機關之資料，持續擴大開放氣象資料及發展開放鏈結資料，提高資料可用度及資料取得之便利性與效能。並持續優化氣象隨選平台，增加資料的豐富度，加強行車路線及海面航線規劃功能，結合交通運輸跨領域資料並以電子地圖整體呈現。強化個人化服務，讓民眾可自訂所需的氣象服務，並依據使用者行為分析與資料開放性，開發跨領域的氣象資訊複合式服務，提供個人化及友善的服務，執行策略包含：A. 擴大氣象資料開放及供應服務，B. 優化氣象隨選服務等2小項工作。

(2) 促進政府間氣象跨域應用合作

過去本局積極參與國內外各相關政府單位及學術機構關於資源共享、跨領域應用（如防災需求、水資源管理、環境監測等）、縮減數位落差及促進研究發展等方面之合作，但對各領域氣象應用需求的瞭解仍顯不足。本計畫持續加強跨域運用專業知識，擴充氣象跨域應用平台，積極運用數值模式預報資料開發氣象應用在各領域的潛在價值，並掌握跨領域氣象應用的需求，提供符合使用者需求之跨域產品與決策指標，並積極辦理氣象跨領域應用活動，加強跨單位合作及資料交換，拓展跨領域氣象應用交流，執行策略包含：A. 開拓政府單位間氣象應用合作領域，B. 擴充氣象跨域應用平台功能等2小項工作。

(3) 評析氣象應用服務之社會經濟效益

為了讓氣象相關資訊能被有效運用，並因應氣候變遷衝擊，我國應加速推動GFCS實施計畫中的重點領域應用與潛在價值評估，以將它們納入規劃、政策和實踐。在這些應用領域之中，公眾家計部門（household）係為氣

象資訊最終端使用者，為重要的服務對象，因此被列為重點推動及評估領域之一，希藉由具經濟學理基礎的價值評估方法，建立適合我國經濟與社會環境的氣象資訊應用價值評估模式，完成我國：A. 公眾氣象應用服務社會經濟效益評析，及B. 氣象資訊跨領域應用服務之價值評析等2小項工作，以展現我國氣象資訊服務供各領域之決策能力，方能充分彰顯氣候服務的價值及氣候災害預防的能力。

本項工作執行層次架構及時程規劃如表8，表8中時程各年內之代號，D表規劃設計，T表發展測試，I表作業建置，@表調校維運，一年分四季標示，因此DDDD表該年度皆為進行規劃設計，若為DTTI則表示第1季進行規劃設計第2，3季為發展測試第4季為作業建置，若為II@@則表示第1，2季為作業建置，第3，4季為調校維運。

表 8、「深化氣象多元服務，連結在地」工作時程表。

（一）「深化氣象多元服務，連結在地」執行 時程規劃 代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作				
方案（或系統）名稱及執行時程	109年	110年	111年	112年
1. 深化在地氣象服務				
1.1推展生活氣象資訊服務				
1.1.1開發使用者經驗導向互動式網頁				
1.1.1.1運用大數據和AI做使用者經驗分析	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**@@@@**
1.1.1.2引進WebAssembly提升網頁技術	**DDDT**	**TTII**	**II@@**	**@@@@**
1.1.2開發**Android及IOS版本**語音互動行動App				
1.1.2.1增進天氣語意解析辨識精度	**DDDD**	**TTII**	**III@**	**@@@@**
1.1.2.2增加語音查詢服務種類	**DDDT**	**TTII**	**II@@**	**@@@@**
1.1.2.3增加語音查詢回復形式	**DDDT**	**TTII**	**II II**	**@@@@**
1.1.2.4建置個人化功能	**DDDD**	**DDTT**	**TTII**	**II@@**
1.1.3深化氣象科普數位教育				
1.1.3.1強化平台管理功能和效能提升	**DDDT**	**TTII**	**IIII**	**@@@@**
1.1.3.2建立科普領域小博士認證機制	**DDDD**	**DDTT**	**TTII**	**@@@@**
1.1.4研發創新智慧氣象應用服務				
1.1.4.1研析行動載具發展現況和技術	**DDDD**	**DDDD**	**TTTT**	**TTTT**
1.1.4.2規劃可行的創新智慧氣象應用服務	**DDDD**	**DDDD**	**TTTT**	**TTTT**

1.1.4.3運用IOT推播即時天氣資訊之可行性	**DDDD**	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**
1.2開發高時空解析度衛星客製化產品				
1.2.1網格化空氣污染物與臭氧總量分布系統				
1.2.1.1空氣污染物偵測技術開發建置	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**	
1.2.1.2臭氧總量估計技術開發		**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**
1.2.2飛航安全之積冰與亂流警示系統				
1.2.2.1全天飛機積冰警示產品開發建置		**DTTI**		
1.2.2.2大氣亂流警示產品開發建置	**DTTI**			**DTTI**
1.2.3網格化海溫及海洋表面流資料分析系統				
1.2.3.1單變數資料同化技術開發建置		**DTTI**		**DTTI**
1.2.3.2雙變數資料同化技術開發		**DDDD**	**TTTT**	**I I I I**
1.2.4衛星植被指數資料之陸地環境監測系統		**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**
2. 擴大災害防救應用				
2.1建立客製化氣象情資與預警服務整合平台				
2.1.1強化災害天氣即時通報/推播服務				
2.1.1.1簡訊通報服務導入分地區、分事件訂閱通報機制	**DDDT**	**TTII**	**I@@@**	
2.1.1.2發展自然語言處理AI技術透過社群即時通訊管道提供智慧氣象資訊諮詢服務	**DDDD**	**DDTT**	**TIII**	**I@@@**
2.1.2精進海面天氣無線電廣播服務				
2.1.2.1製作近海小區域海面天氣預報客製產品	**DTI@**			
2.1.2.2發展小區域海面風浪趨勢自動化判斷技術	**DDTT**	**II@@**		
2.1.2.3佈建船舶用無線電DSB廣播站台提供多分區客製海面氣象資訊		**DTI@**	**II@@**	**II@@**
2.1.3拓展客製化氣象資訊聚合服務				
2.1.3.1辦理民間學界參與黑客松活動	**DDII**	**DDII**	**DDII**	**DDII**
2.1.3.2辦理平台推廣工作，持續增加服務對象單位	**@@@@**	**@@@@**	**@@@@**	**@@@@**
2.1.3.3持續發展平台應用程式及客製化功能	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**
2.2強化新一代劇烈天氣監測系統				
2.2.1強化新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）顯示與警示功能				
2.2.1.1持續開發QPEplus客製化系統	**DDTT**	**TTTT**	**TTII**	**II@@**
2.2.1.2加強QPEplus視覺化顯示/警示功能	**DDDD**	**TTTT**	**TTTT**	**II@@**
2.2.1.3強化QPEplus警示功能於預警決策之應用	**DDDD**	**DDDD**	**TTTT**	**II@@**

2.2.2開發「中央氣象局Q-劇烈天氣監測系統QPESUMS」App防災客製化警示推播功能				
2.2.2.1開發防災客製化單位之警示推播功能	**DDDD**	**TTTT**	**TTII**	**@@@@**
3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析				
3.1精進多元氣象開放協作環境				
3.1.1擴大氣象資料開放及供應服務				
3.1.1.1發展四星級及五星級鏈結開放資料	**DTT@**	**DTT@**	**DTT@**	**DTT@**
3.1.1.2建立混合雲環境，提供資料開放及供應雲端服務	**DDII**	**TT@@**		
3.1.1.3加強推廣與應用，並建立回饋機制	**DTI@**			
3.1.2優化氣象隨選服務				
3.1.2.1發展多樣性整合服務	**DTII**	**II@@**		
3.1.2.2開發個人化智慧應用服務	**DDTT**	**TTII**	**TTII**	**@@@@**
3.1.2.3擴充氣象隨選平台功能	**DTII**	**TTII**	**TTII**	**@@@@**
3.2促進政府間氣象跨域應用合作				
3.2.1開拓政府單位間氣象應用合作領域	**DDTT**	**TTII**	**DDTT**	**TTII**
3.2.2擴充氣象跨域應用平台功能	**DTII**	**TTII**	**TTII**	**@@@@**
3.3評析氣象應用服務之社會經濟效益				
3.3.1公眾氣象應用服務社會經濟效益評析	**DDDT**	**TTII**	**IIII**	**II@@**
3.3.2氣象資訊跨領域應用服務之價值評析	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**IIII**

代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作

(二) 促進智能創新應用，連結未來

1. 打造氣象智能應用服務

針對打造氣象智能應用服務所面臨的問題，計畫擬定的策略方向，為運用人工智慧和機器學習技術發展觀測和模式預報大數據資料之加值產品，數位化歷史圖紙氣象資料，以強化氣候變遷之觀測保存、分析與應用，並供強化科學論述。運用智慧聯網科技與氣象即時資訊結合，促進智慧城鄉相關產業發展，提升氣象加值服務。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖14所示。

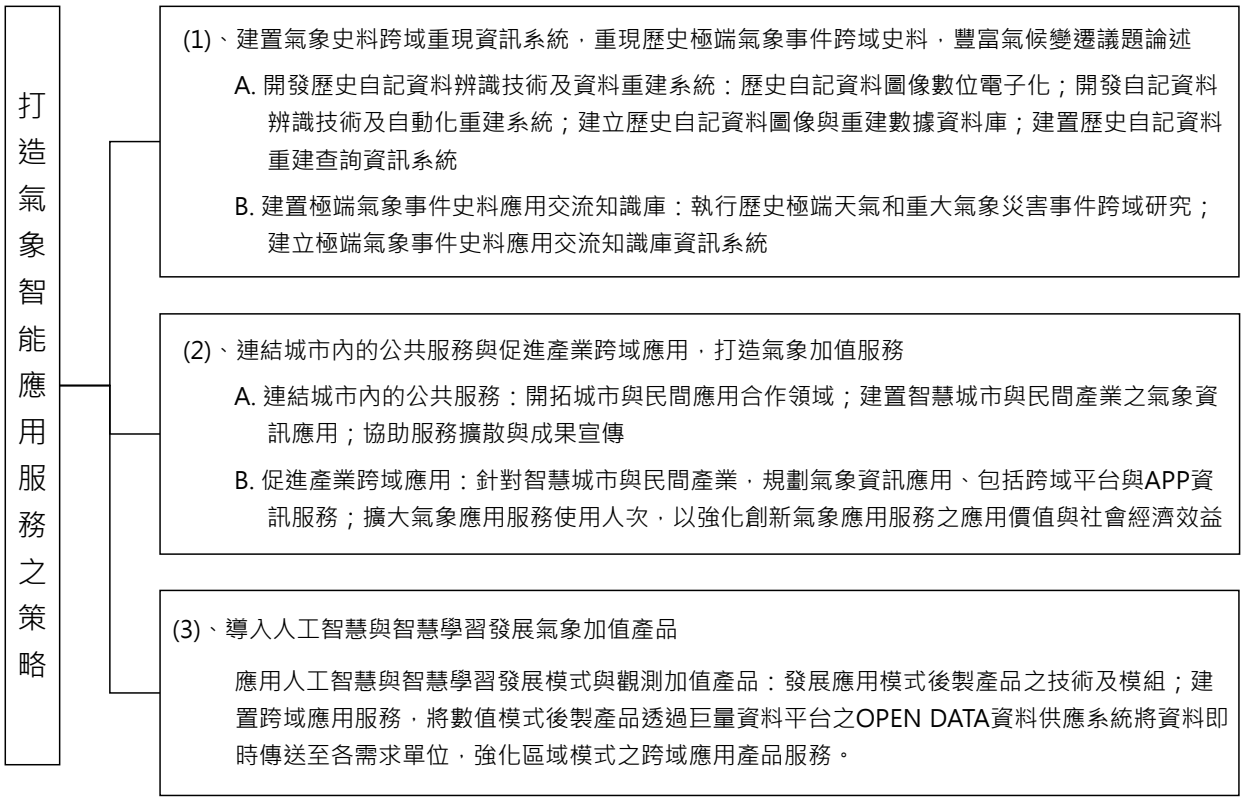


圖 14、打造氣象智能應用服務之策略工作架構圖。

(1) 建置氣象史料跨域重現資訊系統

在臺灣發展的近代史中，有紀錄的氣象災害事件不少，重大的氣象災害會造成一個地方社會和對人民長時間的影響，甚至改變了當地的歷史，例如：日治時期臺北城的市區改正計畫即是在民國元年的重大颱風災害後才得以加速推動，為臺北城市空間的現代化奠下基礎。近年來民眾對本土歷史與在地文化的關注提升，天氣對臺灣近代社會、經濟、文化的發展和影響當然不能被忽略，造成重大災害的極端天氣事件不再只是科學的氣象數據、學理或議題，更應透過氣象、歷史、社會、經濟、文化跨領域的研究，以人為中心的精神來解讀相關史料，補足且強化在地天氣與生活的實質連結。臺灣有正式組織從事氣象作業始於西元1896年，至今已逾2甲子，在氣象發展過程中累積許多重要的觀測紀錄、文物與紀要，為永久保存珍貴史料，並發揮其在氣象觀測、氣候變遷、歷史人文等領域研究的最大效益

，本計畫將應用人工智慧資訊技術，開發歷史自記圖紙觀測資料辨識技術及資料重建系統，因自記資料數量龐大，提升自動辨識技術和縮短辨識時間將是此技術追求的重點。同時建置極端氣象事件史料應用交流知識庫，預計與氣象和文史專家、學者合作，以氣象站極端觀測紀錄或重大氣象災害事件出發，用氣象史料資料重塑氣象事件的輪廓，同時蒐集事件當時的相關文史資料，執行歷史極端天氣事件、重大氣象災害事件的跨域史料研究，匯整史料與研究成果於極端氣象事件史料應用交流知識庫，提供本工作項目之研究成果及作為史料交流與協作平台。執行策略包含：A. 開發歷史自記資料辨識技術及資料重建系統，B. 建置極端氣象事件史料應用交流知識庫等2小項工作。

(2) 連結城市內的公共服務與促進產業跨域應用

氣象資料及資訊服務與民生、防救災、農漁業管理等各行各業息息相關，目前本局利用各種方式提供氣象資訊給國內各相關政府單位及學術機構，拓展與國內、外單位關於資源共享、跨領域應用（如防災需求、水資源管理、環境監測等）、縮減數位落差及促進研究發展等方面之合作，惟面對各界氣象應用的殷切期待，本計畫以臺灣智慧城市與產業為出發點，結合氣象資訊加值各地城市氣象智慧化，開發相關產業創新應用。期望在氣象科技的運用下，可帶動臺灣產業經濟成長，亦可幫助智慧城市與環境永續發展。執行策略包含：A. 連結城市內的公共服務，B. 促進產業跨域應用等2小項工作。

(3) 導入人工智慧與智慧學習發展氣象加值產品

近幾年數值天氣模式的發展逐年成熟，預報的可信度也逐年提升，結合機器學習或人工智慧技術搭配數值天氣模式進行大氣科學與相關跨域的應用，有助於將現階段的天氣預報準確度再向上提高，並使其應用之領域更

加普及。此計畫將建立在系集預報巨量資料基礎下，導入人工智慧及機器學習技術，發展應用模式後製產品之技術及模組，建置跨域應用服務，並透過巨量資料平台彙整各類氣象資料，即時提供資料給各需求單位，以強化區域模式之跨域應用產品服務。執行策略為應用人工智慧與智慧學習發展模式與觀測加值產品之小項工作進行。

2. 建構數位創新服務環境

本局因應業務需求持續建置各式資訊系統，協助管理龐大氣象資料，以及處理日常行政業務，為確保各項24小時資訊服務作業的資通訊安全，並進一步提升資料管理與資訊運作的效率與效能，有必要透過先進的安全通訊技術，整合資訊資源與流程，發展平台式的應用系統，提供創新服務，來提升行政效率。為扣合國際發展趨勢推動政府數位服務轉型，本計畫規劃建構巨量資料整合服務平台，提升數位化資料共享環境；透過數位轉型方式，發展智慧型的一站式便民服務環境；運用巨量資料和人工智慧技術發展事件預警機制，以強化機房作業中心之智慧型監控決策分析管理。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖15所示。

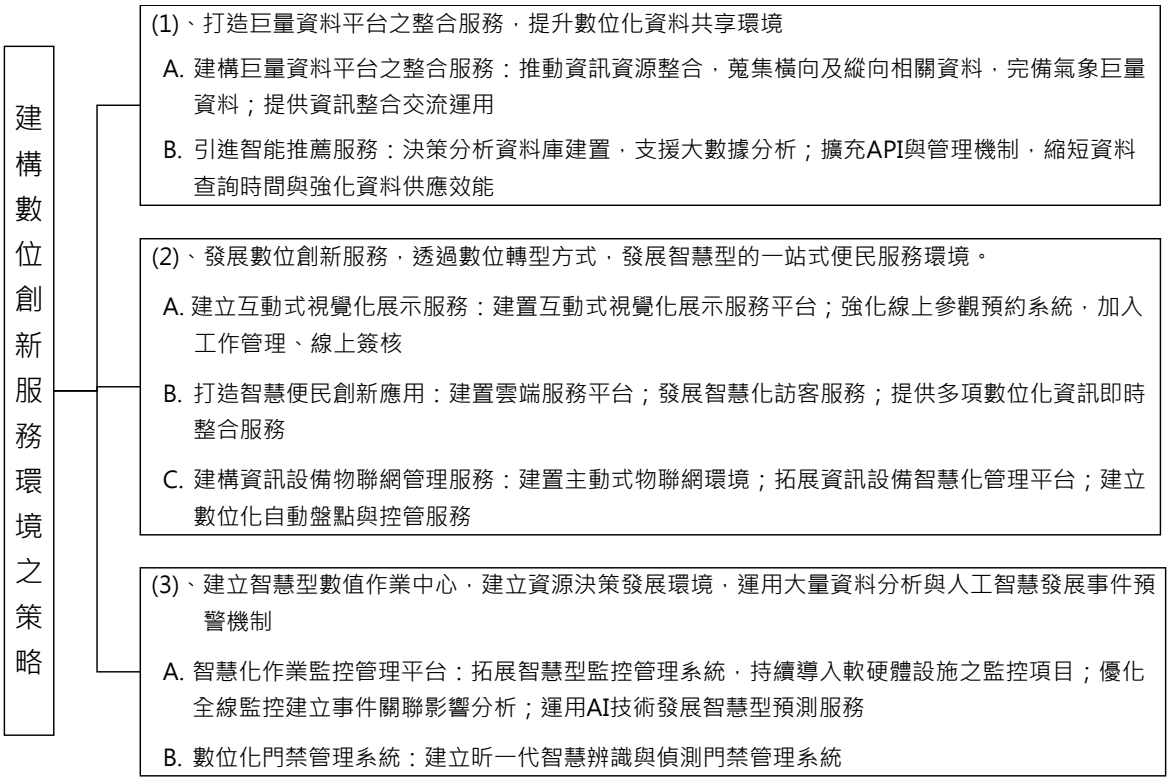


圖 15、建構數位創新服務環境之策略工作架構圖。

(1) 打造巨量資料平台之整合服務

整合本局資訊資源及提升服務效能，建立迅速、安全之資料交換管道，研擬建置整合性之資料單一入口服務，提供高便利性、高效能、易使用之巨量服務平台，使業務單位透過資訊共享平台可迅速掌握資訊，並提供各部會暨其他政府機關業務及決策所需資訊運用。以此為核心基礎，本計畫發展各項主動、以分享、創新、多管道之服務，包括：A. 建置巨量資訊平台之整合服務，提供優質雲端環境運用，及安全、可靠、有效率之營運服務；B. 引進智能推薦服務，蒐集橫向及縱向相關資料，完備氣象巨量資料，提供本局跨單位資訊整合交流運用，並供未來政策制定及相關研究使用，充分發揮資料蘊藏的潛在價值。及建構巨量資料分析應用環境，善用本局蒐集之跨域巨量資料，藉由新技術引進，分析資料中隱含的意義，並為相關問題提供參考資訊，期能找到創新的解決方案，作為決策參考。

(2) 發展數位創新服務

依據政府推動的「服務型智慧政府推動計畫-第五階段電子化政府計畫」及「數位國家・創新經濟發展方案」，使民眾藉由資通訊運用與智慧科技，享受安全生活以及便捷環境，並透過共享與協力，增進國家發展動能，因此運用數位創新已成為現今與未來作業單位極需引進的課題。綜觀本局業務與作業的需求其主要的執行策略可歸納為：A. 建立互動式視覺化展示服務；B. 打造智慧便民創新應用；C. 建構資訊設備物聯網管理服務等3小項工作。

(3) 建立智慧型數值作業中心

利用監控管理平台運作時所匯集的資料，運用巨量資料分析技術及人工智慧活化資料，發展自動化事件預警與通知機制、事件關聯影響分析機制，建立決策分析管理系統，以提升監控作業效能及降低異常處理的人力。並建置數位化門禁管理作業，有效控管門禁區人員與設備之進出以及活動監視，強化整體安全管理機制，同時以新型態的偵測技術，自動確保數值作業中心資訊資源設備資料的完整性與正確性。綜上所述主要的執行工作包含：A. 智慧化作業監控管理平台；B. 數位化門禁管理系統等2小項工作。

3. 強化數位資訊基礎建設

針對強化數位資訊基礎建設所面臨的問題，計畫擬定的策略方向，為擴增與建構雲端化和虛擬化架構之整合通訊服務，結合通訊技術與提升網路安全防護，強化虛擬化之資通訊安全作業管理環境。接軌國際氣象科技發展及資料成長趨勢，更新高速運算電腦系統，搭配擴充大量資料儲存系統與建構資料傳輸所需的網路環境，改善網路管理平台，提升氣象數位資訊基礎建設效能。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖16所示。

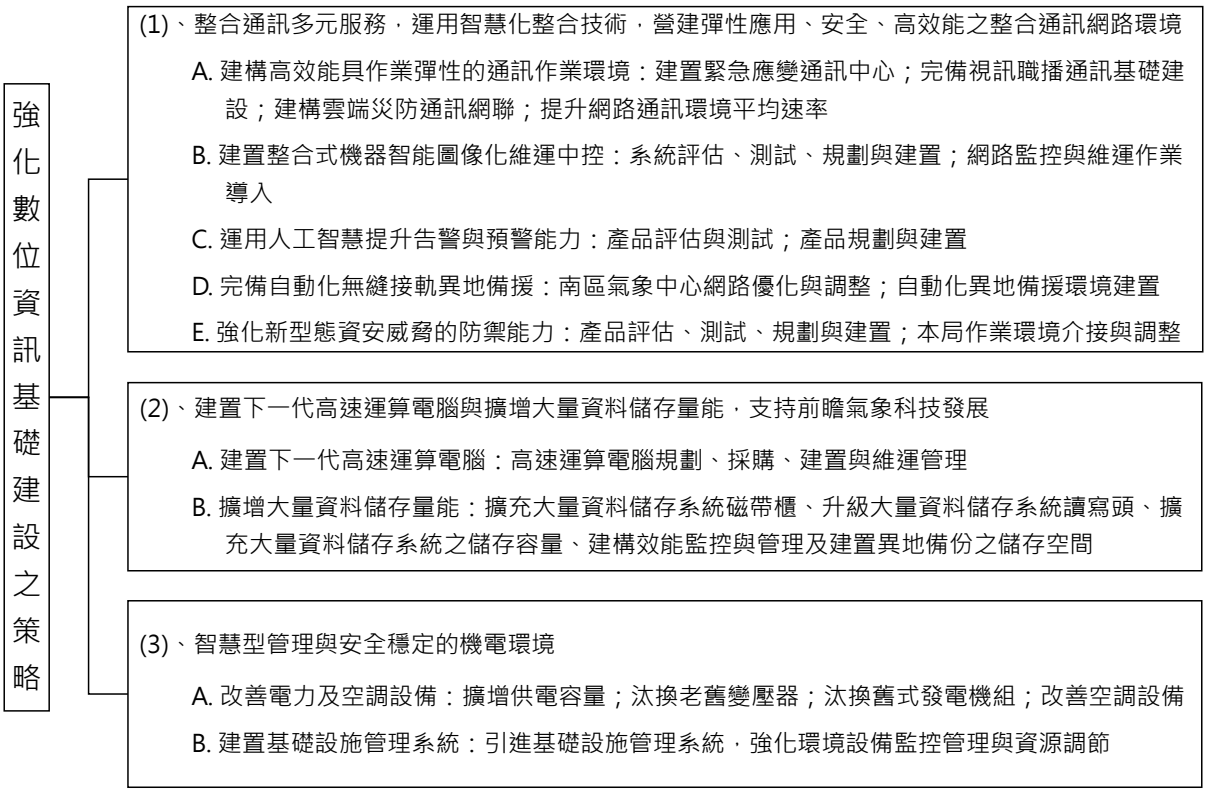


圖 16、強化數位資訊基礎建設之策略工作架構圖。

(1) 整合通訊多元服務

面對資通訊新科技的發展與資訊安全的威脅，如何將新的通訊應用服務與安全的網路作業環境引進本局，以支援高空間與高時間密度的氣象資訊作業，建構高效能網路通訊作業環境、增進氣象資訊作業及服務效能、運用人工智慧與機器學習、完備異地備援網路通訊環境等項目，都是未來重要的課題。主要的執行策略為：A. 建構高效能具作業彈性的通訊作業環境；B. 建置整合式機器智能圖像化維運中控；C. 運用人工智慧提升告警與預警能力；D. 完備自動化無縫接軌異地備援；E. 強化新型態資安威脅的防禦能力等5小項工作。

(2) 建置下一代高速運算電腦與擴增大量資料儲存量能

進行新一代高速運算電腦規劃、採購、建置與維運管理，包含進行業務訪談、詳細推估本局未來作業與研發所需計算資源、擬定採購規格草案進行

市場解決方案評估、徵詢業界資訊以修正採購需求、執行採購、評選最優系統、並根據採購合約進行系統建置以及系統轉換等；並與時俱進提升大量資料儲存設備之儲存容量及效能，依實際的資料增長量擴充儲存設備及媒體，以階層式儲存管理技術，運用有限的線上儲存空間及離線儲存資源，以相對較低的成本，提供最佳之資料存取服務，同時建構效能監控與管理及建置異地備份儲存空間以備份重要系統資料異地存放之需求，資源分析與使用現況詳見附錄一。綜上所述主要的執行工作包含：A. 建置下一代高速運算電腦；B. 擴增大量資料儲存量能等2小項工作。

(3) 智慧型管理與安全穩定的機電環境

為下一代高速運算電腦以及氣象資訊作業持續成長考量，需擴充電力及空調的供應量以因應。電力擴充將以高效能UPS取代舊有設備，並以低耗損非晶質變壓器汰換舊式變壓器，減少電力耗損；空調系統則是建置高能源效率比值之冰水系統，提高能源使用效率。除擴充供應量外，並建立環境設施運作效能整體改善策略，同時亦需考慮資訊作業安全的24小時持續維運的能力，健全環境設備的備援機制，確保整體環境設施的高可用性，並進行資源動態調節功能，以提高資源的使用效率，強化基礎設施管理功能，提升環境設備監控管理與資源調節效能。綜上所述主要的執行工作包含：A. 改善電力及空調設備；B. 強化基礎設施管理功能等2小項工作。

本項工作各分項的工作執行層次架構及時程規劃如表9。

表 9、「促進智能創新應用，連結未來」工作時程表。

（二）「促進智能創新應用，連結未來」 執行時程規劃 代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作				
方案（或系統）名稱及執行時程	109年	110年	111年	112年
1. 打造氣象智能應用服務				
1.1 建置氣象史料跨域重現資訊系統				
1.1.1開發歷史自記資料辨識技術及資料重建系統				
1.1.1.1完成歷史自記資料（雨量、風速）圖像數位電子化	**DDTI**	**IIII**	**IIII**	
1.1.1.2開發自記資料（雨量、風速） 辨識技術及自動化重建系統	**DDTT**	**TTII**	**II@@**	
1.1.1.3建立歷史自記資料（雨量、風速）圖像與重建數據資料庫	**DDTT**	**TIII**	**IIII**	**IIII**
1.1.1.4建置歷史自記資料（雨量、風速）重建查詢資訊系統		**DDTT**	**TIII**	**@@@@**
1.1.2 建置極端氣象事件史料應用交流知識庫				
1.1.2.1執行歷史極端天氣或重大氣象災害事件跨域研究	**DDII**	**IIII**	**DDII**	**IIII**
1.1.2.2建立極端氣象事件史料應用交流知識庫資訊系統		**DDTT**	**TIII**	**@@@@**
1.2連結城市內的公共服務與促進產業跨域應用				
1.2.1連結城市內的公共服務				
1.2.1.1開拓城市與民間應用合作領域	**DDTT**	**TTII**	**DDTT**	**TTII**
1.2.1.2建置智慧城市與民間產業之氣象資訊應用	**DTII**	**TTII**	**TTII**	**@@@@**
1.2.1.3協助服務擴散與成果宣傳	**DDII**	**DDII**	**@@@@**	**@@@@**
1.2.2 促進產業跨域應用				
1.2.2.1針對智慧城市與民間產業，規劃氣象資訊應用、包含跨域平台與App資訊服務	**DDTT**	**TTII**	**DDTT**	**TTII**
1.2.2.2擴大氣象應用服務使用人次，以強化創新氣象應用服務之應用價值與社會經濟效益	**DDII**	**DDII**	**@@@@**	**@@@@**
1.3 導入人工智慧與智慧學習發展氣象加值產品				
1.3.1應用人工智慧與智慧學習發展模式與觀	**DDDD**	**DDTT**	**IIII**	**@@@@**

測加值產品				
2. 建構數位創新服務環境				
2.1打造巨量資料平台之整合服務				
2.1.1建置巨量資訊平台之整合服務	**DTII**	**DTII**	**DTII**	**DTII**
2.1.2引進智能推薦服務			**DDTT**	**DDTT**
2.2 發展數位創新服務				
2.2.1建立互動式視覺化展示服務	**DDTT**	**TTTT**	**I@@@**	**@@@@**
2.2.2打造智慧便民創新應用	**DDTT**	**TTTI**	**TTTI**	**@@@@**
2.2.3建構資訊設備物聯網管理服務		**DDTT**	**TTII**	**@@@@**
2.3 建立智慧型數值作業中心				
2.3.1智慧化作業監控管理平台		**DDDT**	**DDDT**	**TTII**
2.3.2 建立數位化門禁管理系統		**DDTT**	**IIII**	
3. 強化數位資訊基礎建設				
3.1整合通訊多元服務				
3.1.1建構高效能具作業彈性的通訊作業環境				
3.1.1.1建置緊急應變通訊中心	**DDDD**	**TI@@**		
3.1.1.2完備視訊直播通訊基礎建設		**DTI@**		
3.1.1.3建構雲端災防通訊網聯			**DTI@**	
3.1.1.4提升網路通訊環境平均速率	**DI@@**	**DI@@**	**DI@@**	**DI@@**
3.1.2建置整合式機器智能圖像化維運中控				
3.1.2.1系統評估、測試、規劃與建置	**DDDD**	**TTII**		
3.1.2.2網路監控與維運作業導入			**II@@**	**II@@**
3.1.3運用人工智慧提升告警與預警能力				
3.1.3.1產品評估與測試	**--DD**	**TT--**		
3.1.3.2產品規劃與建置		**II@@**	**II@@**	
3.1.3.3系統優化與調整		**I@@@**	**I@@@**	**I@@@**
3.1.4完備自動化無縫接軌異地備援				
3.1.4.1南區氣象中心網路優化與調整	**---D**	**DTI@**		
3.1.4.2自動化異地備援環境建置	**---D**	**DTI@**	**II@@**	**II@@**
3.1.5 強化新型態資安威脅的防禦能力				
3.1.5.1產品評估、測試、規劃與建置	**DDDD**	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**
3.1.5.2本局作業環境介接與調整		**II@@**	**II@@**	**II@@**
3.2擴增大量資料儲存量能與建置下一代高速運算電腦				
3.2.1擴增大量資料儲存量能				
3.2.1.1建置異地備份之儲存空間		**-DII**	**@@@@**	**@@@@**
3.2.1.2擴充大量資料儲存系統磁帶櫃			**-DI-**	**@@@@**
3.2.1.3升級大量資料儲存系統讀寫頭				**-DI-**
3.2.1.4擴充大量資料儲存系統之儲存容量		**--DI**	**--DI**	**--DI**

3.2.2建置下一代高速運算電腦				
3.2.2.1高速運算電腦規劃、採購、建置與維運管理	**DDDD**	**IIII**	**IIII**	**IIII**
3.3智慧型管理與安全穩定的機電環境				
3.3.1改善電力及空調設備	DDDD	DDII	DDII	DDII
3.3.2強化基礎設施管理功能	DDDD	DDII	@@@@	@@@@

代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作

(三) 拓展氣象前瞻技術，連結國際

1. 提升定量氣象預報能力

本局的官方預報目前雖然已發布鄉鎮區域的天氣預報，為達定量氣象預報能力的目標，預報產品的時間及空間的解析度仍有進步的空間，而延長預報時效可讓各界使用者收更早採取因應之道。這些預報產品的製作都必須在有限

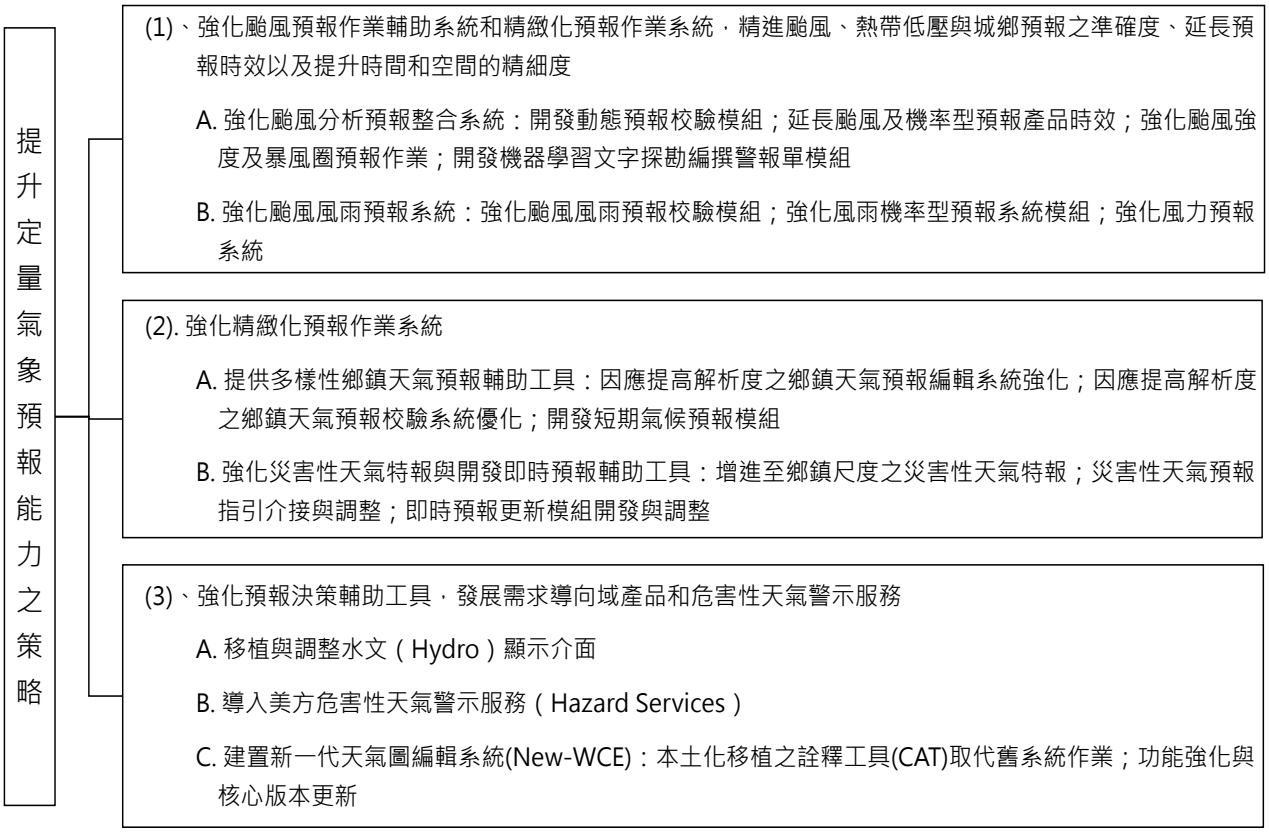


圖 17、提升定量氣象預報能力之策略工作架構圖。

時間內完成分析與應用巨量預報資訊,因此有賴各種智慧型輔助工具的協助,類似輔助工具部分依賴資訊科技以強化資料、資訊的處理效能,部分依賴氣象科技以達到提升預報準確度的效果。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖 17 所示。

(1) 強化颱風預報作業輔助系統和精緻化預報作業系統

本局颱風分析預報整合系統已於前一期計畫建置完成,整合颱風預報及警報作業平台,其中也包括了颱風路徑預報校驗模組,為了更進一步使校驗從被動化為主動,將連結人工智慧技術,發展動態式的自動校驗模組,能即時篩選出近期最具優勢之模式預報,擬合最佳路徑預報供預報人員作為預報指引。警報單的編輯程序,目前也需要經人工大量編輯,將加入文字探勘的機器學習技術,擬合出初版警報單,再讓預報人員進行編修,縮短編輯時效。於產品需求面,未來颱風預報資訊將延伸至對熱帶低壓的預報,同時能完整顯示出颱風(熱帶低壓)未來的動態及颱風預報(熱帶低壓)的不確定性,另外將延長預報時效、提升預報精確度與解析度,如此才能提供更完整的資訊,以便進行風險評估。綜上所述主要的執行工作包含:A. 強化颱風分析預報整合系統;B. 強化颱風風雨預報系統等2小項工作。

(2) 強化精緻化預報作業

面對空間解析度從2.5公里提升至1.0公里,現行預報資訊編輯系統的校驗工具必然需經過優化以改善預報校驗的效率。除此之外,預報時效將從原先的168小時延長至336小時,必須強化目前的統計預報工具,提升現有的計算資源,以大數據分析並整合系集預報資料,透過資料管理模組將整合之系集模式初始化載入作業系統,並發展智慧型工具使時間及空間達成其

連續性的預報資訊。強化災害性天氣特報工具，使特報發布至鄉鎮分區，並透過鄉鎮天氣預報輔助系統，將災害性天氣系統可能影響的地區帶入圖形化編輯介面。發展即時校驗工具，將預報校驗結果透過智慧型工具進行多模式預報資料比對，並將誤差適時修正，提供半自動即時預報更新。綜上所述主要的執行工作包含：A. 提供多樣性鄉鎮天氣預報輔助工具；B. 強化災害性天氣特報與開發即時預報輔助工具等2小項工作。

(3) 強化預報決策輔助工具

美國氣象單位全面使用的新一代氣象預報作業系統中，提供了多種資料呈現介面，在前期計畫中本局已針對二維顯示介面與圖形化預報編輯介面進行本土化與客製化，本計畫將持續對水文顯示（Hydro）介面進行移植，以強化本局預報人員對水文資料或產品的判讀能力。目前現行預報作業由警示訊息產製（WarnGEN）功能自動產製的警特報訊息，亦將提升為由危害性天氣警示服務（Hazard Services）功能取代。本局規劃引進美國新一代氣象預報作業系統中的詮釋（CAT；CAVE Annotation Tool）工具，讓預報人員於整合式操作介面中，進行天氣圖的編修，提供各類更精準的天氣圖供後續加值運用。綜上所述主要的執行工作包含：A. 移植與調整美方水文（Hydro）顯示介面；B. 導入美方危害性天氣警示服務（Hazard Services）；C. 建置新一代天氣圖編輯系統（New-WCE）等3小項工作。

2. 精進無縫隙氣象預報技術

精進無縫隙氣象預報技術的目的為從大尺度到小尺度，從短，中（展）期的天氣到短期氣候，引進新一代的預報模式，全面提升模式的解析度，強化短期天氣到氣候的無縫隙統合預報，並針對民眾所關心的極端天氣事件，發展多變量統計後處理技術，以提供臺灣地區2至4週高解析格點溫度預報指引和區域降雨預報指引。持續優化數值天氣預報作業自動化系統之架構與功能，

串接全球氣象觀測資料、引進更多國際數值天氣預報資料，提供穩定的氣象預報產品供應服務為維持高可用性數值天氣預報作業之關鍵。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖18所示。

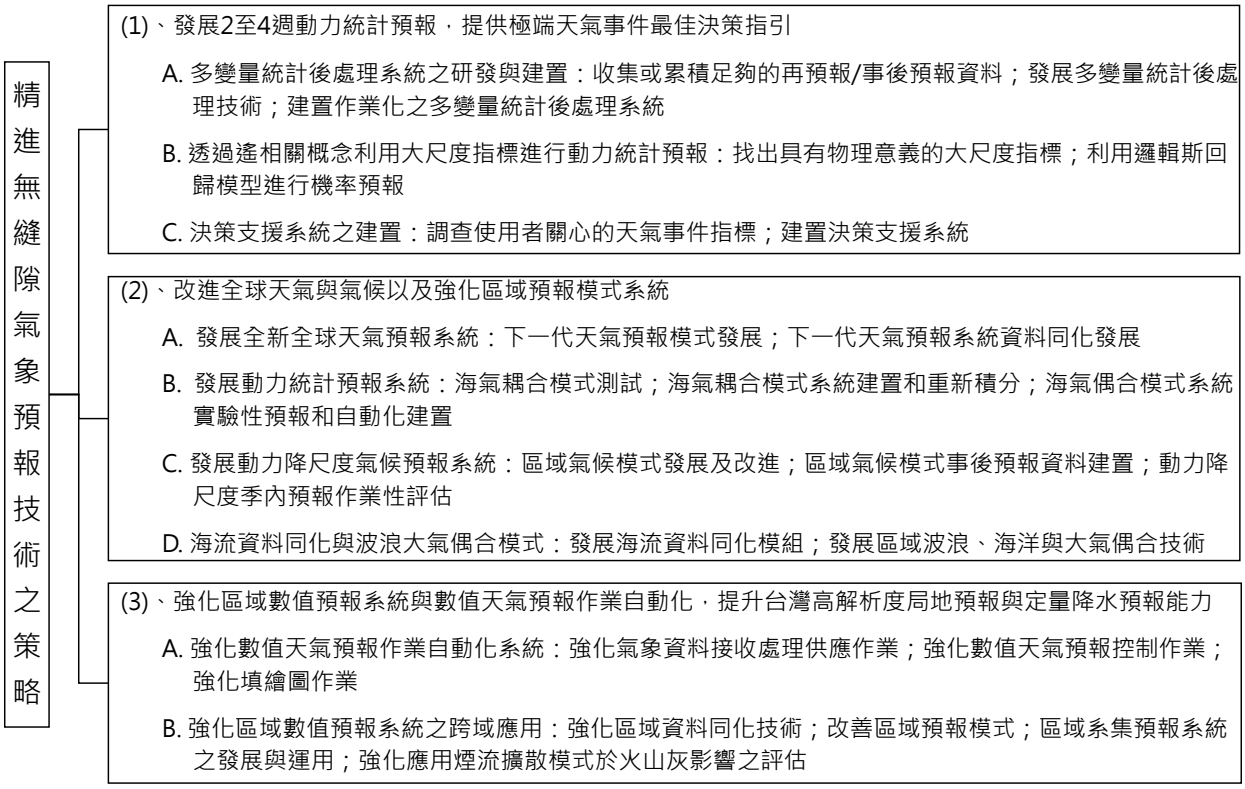


圖 18、精進無縫隙氣象預報技術之策略工作架構圖。

(1) 發展2至4週動力統計預報

本局主要是透過與國內外學研單位的合作發展2至4週動力統計預報。此外，國內相當缺乏穩定且同時具有氣象和統計背景的研究人力，期待透過本計畫，能培育出具氣象和統計專業能力的人才，以有能力回應民眾及各產業對於2至4週天氣預報（特別是針對極端天氣事件）的迫切需求。相關工作包含：A. 多變量統計後處理系統之研發與建置，B. 透過遙相關概念利用大尺度指標進行動力統計預報；C.決策支援系統之建置等3小項工作。

(2) 改進全球天氣與氣候以及強化區域預報模式系統

天氣與氣候預報取決於我們對大氣現況以及大氣運動法則的掌握及瞭解

，然而因為大氣具有高度非線性的特性，使得大氣存在可預報度的問題。數值模式的發展是提升可預報度的重要工具，包括發展先進的資料同化技術和模式預報系統，更兼以採用多模式系集預報以涵蓋預報的不確定性。世界各國（含本局）皆朝向所謂「無縫隙預報」的天氣預報作業模式發展，將預報資訊內容從極短時天氣的監測預警、連結到傳統3至7日的天氣預報，再延伸至一週以上與月、季尺度的短期氣候預報。7日以內的天氣預報技術發展以追求時空與量值上的準確為目標，但7日以上的展期天氣與短期氣候預報技術發展則著重預測高影響天氣現象發生的機率範圍。本局的全球和區域模式均往更高解析度發展，同時也強調對地球系統之陸-冰-海-氣現象彼此交互作用的掌握，以其增進預報能力。在全球和氣候模式發展方面規劃由：A. 發展全新全球天氣預報系統；B. 發展動力統計預報系統；C. 發展動力降尺度氣候預報系統；D. 海流資料同化與波浪海流耦合模式系統等4個小項工作進行。

(3) 強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化

在強化區域預報系統部分，則在了解發展模式對臺灣局地高解析度之預報和煙流數值預報技術之研發，同時數值自動化系統的作業穩定性與效率亦須同步升級，才能符合數值預報作業之需求。執行策略包含：A. 強化區域數值預報系統，B. 強化數值天氣預報作業自動化系統等2小項工作。

3. 掌握氣候監測與預警能力

世界氣象組織（WMO）所推動之全球氣候服務框架（GFSC）涵蓋天氣與氣候，在GFCS的引導下未來跨國合作預報將是常態，本局亦必須努力與國際天氣和氣候先進預報技術接軌。氣象觀測資料是從天氣到氣候各領域應用上的基礎資訊。為充分掌握氣候監測與預警能力，本計畫擬定的策略方向為強化臺灣氣候背景和邊界層觀測、建置小區域短期氣候預報資訊，開發極端事

件潛勢預報產品和發展季內至季節尺度預報，提供梅雨季週尺度的特殊預報產品等。所規劃之解決方案的策略工作架構如圖19所示。

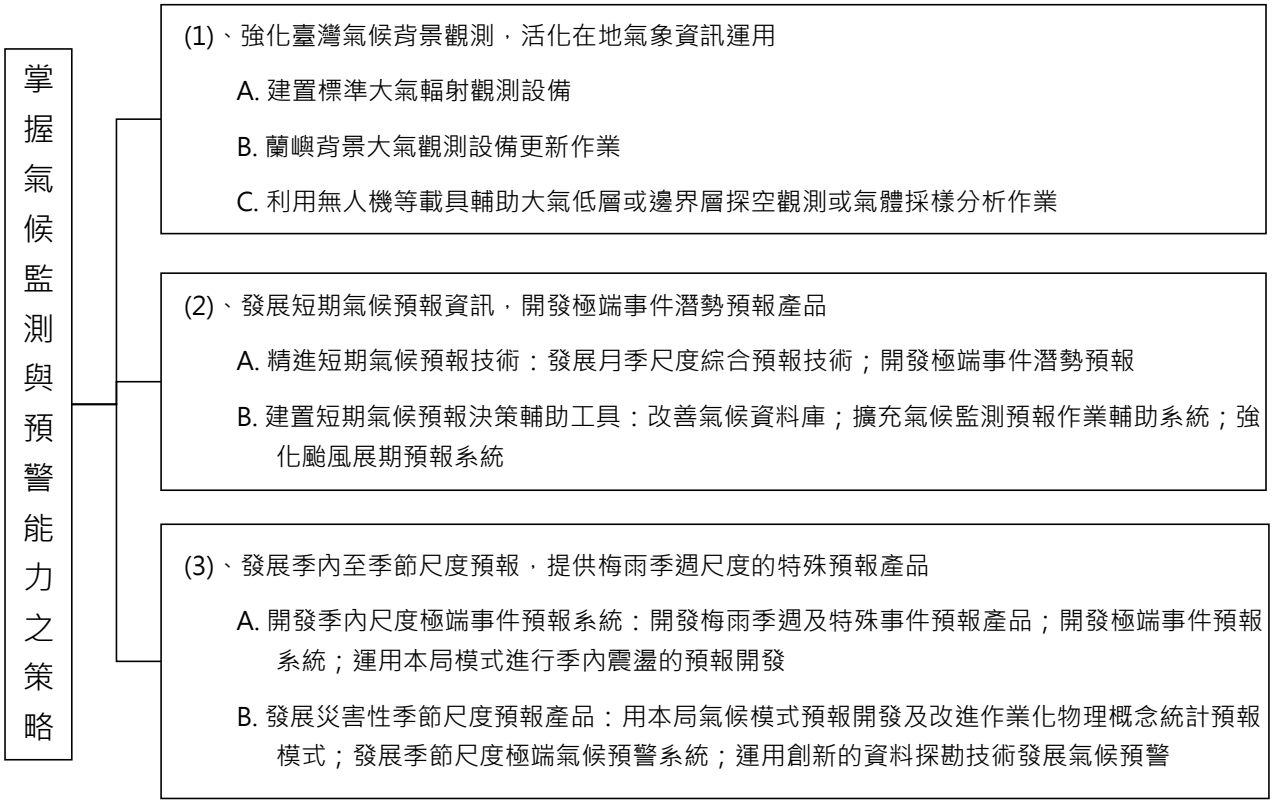


圖 19、掌握氣候監測與預警能力之策略工作架構圖。

(1) 強化臺灣氣候背景觀測，活化在地氣象資訊運用

為監測氣候變遷，本局前於蘭嶼及玉山氣象站架設標準大氣輻射觀測設備，不論是作業等級與資料格式，皆符合世界氣象組織BSRN（Baseline Surface Radiation Network）的觀測規範，也正式申請加入BSRN中。為強化臺灣地區背景大氣之長期監控能力，本計畫預計於東吉島及彭佳嶼氣象站架設標準大氣輻射觀測設備，以建置完整的臺灣地區標準大氣輻射觀測網，不論是氣候研究、模式改進或是綠能產業上都是相當重要應用資料。此外，蘭嶼、玉山、東吉島及彭佳嶼等4站，地理及周遭環境皆少有人為

影響，亦可作為本局的自然環境氣候站。蘭嶼背景大氣觀測站自84年開始運作，已累積超過20年的溫室氣體觀測資料，應持續針對資料的準確性及應用性進行規劃與調整。目前聯合國氣象組織參與的海洋背景站中，除了溫室氣體的觀測項目外，亦包含了氣溶膠與大氣輻射的觀測項目，於前期計畫中已於蘭嶼站建置符合國際標準的大氣輻射觀測系統，將於本期計畫中增建氣溶膠相關觀測儀器，使蘭嶼背景大氣觀測站更能符合國際觀測標準。為提供與空氣污染有密切關係之大氣邊界層等近地表的觀測資料，本期計畫將發展無人機進行低層大氣的觀測能力，包括探空觀測及氣體採樣分析，並可於臺灣中部或南部等缺乏大氣邊界層探空資料的區域進行觀測，除增加本局探空資料的空間與時間密度外，亦可收集空氣污染相關資料，提供環境監測數據。本計畫於無人機觀測系統建置規劃上，會依據民用航空法（以下簡稱民航法）相關規定如民航法第99條之13規定與「遙控無人機管理規則」，與民用航空局研議對於應用遙控無人機於氣象觀測必須配合的相關管理規定與作業程序。綜上所述工作執行策略包含：A. 建置標準大氣輻射觀測設備；B. 蘭嶼背景大氣觀測設備更新作業；C. 利用無人機載具輔助大氣低層或邊界探空觀測或氣體採樣分析作業等3小項工作。

(2) 發展短期氣候預報資訊

本局於上期計畫已發展短期氣候綜合預報技術，根據模式過去的預報表現，透過表現佳的模式給予較大權重的方式，整合國內外大量統計及動力模式資料，開發25個測站月季均溫綜合預報指引，並進行作業化測試。本期計畫擬透過基礎研究尋找具長期預報能力的海氣環流關鍵因子，建立預報指引納入綜合預報，以提升預報準確度，同時進一步發展比溫度預報困難度更高的雨量綜合預報技術，提供25個測站月季雨量綜合預報指引予下游

使用者如農業、水資源參用。此外，進入21世紀後各地極端事件頻傳，如105年臺灣受到強烈寒流及3個颱風影響，全年農損為近年之最，107年夏季日本也接連遭受梅雨、熱浪、颱風威脅，造成人民生命財產極大損失，若能掌握到事件可能發生而提早進行預警，就能爭取更多時間進行防災準備，因此本子計畫將評估目前國內外動力模式的展期預報能力，尤其是對季內振盪現象、颱風以及兩者之間關係的掌握程度，並嘗試開發極端事件潛勢預報，以方便下游防災相關單位提早進行部署採取應變措施。綜上所述工作執行策略將朝向：A. 精進短期氣候預報技術；B. 建置短期氣候預報決策輔助工具等2個小項工作發展。

(3) 發展季內至季節尺度預報

本局擬從人才培養及國外引進技術兩方面著手，就季內振盪、梅雨季週及特殊事件預報產品、季內尺度的極端事件、具物理概念統計預報模式建置、運用人工智能及開發季節尺度極端氣候預警系統等工作項目，進行預報技術開發、以加速達成本局在季內至季節尺度的預報應用服務能力。綜上所述工作執行策略將朝向：A. 開發季內尺度極端事件預報系統；B. 發展災害性季節尺度預報產品等2個小項工作發展。

本項工作各分項的工作執行層次架構及時程規劃如表10。

表 10、「拓展氣象前瞻技術，連結國際」工作時程表。

（三）「拓展氣象前瞻技術，連結國際」執行時程規劃 代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作				
方案（或系統）名稱及執行時程	109年	110年	111年	112年
1. 提升定量氣象預報能力				
1.1強化颱風預報作業輔助系統和精緻化預報作業系統				
1.1.1強化颱風分析預報整合系統				
1.1.1.1開發動態預報校驗模組	**DDTT**	**TTII**		
1.1.1.2延長颱風及機率型預報產品時效	**DDTT**	**II@@**	**TTTT**	**II@@**
1.1.1.3強化颱風強度及暴風圈預報作業	**TTTT**	**II@@**	**TTTT**	**II@@**
1.1.1.4開發機器學習文字探勘編撰警報單模組	**DDTT**		**TTII**	
1.1.2 強化颱風風雨預報系統				
1.1.2.1強化颱風風雨預報校驗模組			**II@@**	**@@@@**
1.1.2.2強化風雨機率型預報系統模組	**TTTT**	**II@@**	**TTTT**	**II@@**
1.1.2.3強化風力預報系統	**TTTT**	**II@@**	**TTTT**	**II@@**
1.2 強化精緻化預報作業系統				
1.2.1提供多樣性鄉鎮天氣預報輔助工具				
1.2.1.1因應提高解析度之鄉鎮天氣預報編輯系統強化	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**II@@**
1.2.1.2因應提高解析度之鄉鎮天氣預報校驗系統優化	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**@@@@**
1.2.1.3開發短期氣候預報模組	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**@@@@**
1.2.2 強化災害性天氣特報與開發即時預報輔助工具				
1.2.2.1增進至鄉鎮尺度之災害性天氣特報	**DDTT**	**TTII**	**II@@**	
1.2.2.2災害性天氣預報指引介接與調整	**TTTT**	**II@@**	**TTTT**	**II@@**
1.2.2.3即時預報更新模組開發與調整	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**@@@@**
1.3強化預報決策輔助工具				
1.3.1移植與調整美方水文（Hydro）顯示介面				
1.3.1.1系統研究與導入規劃	**DDDD**			
1.3.1.2操作與顯示介面本土化與客製化		**DTI@**		
1.3.1.3功能強化與核心版本更新			**DTI@**	**II@@**
1.3.2導入美方危害性天氣警示服務（Hazard Services）				
1.3.2.1系統研究與導入規劃	**DDDD**			
1.3.2.2單一本土化資料源導入美方版本		**TTII**		
1.3.2.3操作與顯示介面本土化與客製化			**II@@**	

1.3.2.4新增其他本土化資料源				**II@@**
1.3.3置新一代天氣圖編輯系統（New-WCE）				
1.3.3.1本土化移植之註釋工具（CAT）取代舊系統作業	**DTI@**			
1.3.3.2功能強化與核心版本更新		**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**
2.精進無縫隙氣象預報技術				
2.1發展2至4週動力統計預報				
2.1.1多變量統計後處理系統之研發與建置				
2.1.1.1收集或累積足夠的再預報/事後預報（reforecast/hindcast）資料	**DDDD**	**DDDD**	**DDDD**	
2.1.1.2發展多變量統計後處理技術	**TTTT**	**TTTT**	**TTTT**	
2.1.1.3建置作業化之多變量統計後處理系統		**IIII**	**IIII**	**@@@@**
2.1.2透過遙相關概念利用大尺度指標進行動力統計預報				
2.1.2.1找出具有物理意義的大尺度指標	**DDTT**	**TTTT**		
2.1.2.2利用邏輯斯迴歸（logistic regression）模型，進行機率預報		**DDTT**	**TTII**	**II@@**
2.1.3決策支援系統之建置				
2.1.3.1調查使用者關心的天氣事件指標	**DDDD**			
2.1.3.2建置決策支援系統		**DDTT**	**TTII**	**II@@**
2.2改進全球天氣與氣候以及強化區域預報模式系統				
2.2.1發展全新全球天氣預報系統				
2.2.1.1下一代天氣預報模式（CWB FV3-GFS）發展	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**II@@**
2.2.1.2下一代天氣預報系統資料同化系統發展	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**II@@**
2.2.2發展動力統計預報系統				
2.2.2.1海氣耦合模式測試	**TTTT**	**TTTT**		
2.2.2.2海氣耦合模式系統建置與重新積分			**IIII**	**IIII**
2.2.2.3海氣耦合模式系統實驗性預報與自動化建置				**II@@**
2.2.3發展動力降尺度氣候預報系統				
2.2.3.1區域氣候模式發展及改進	**DDDD**	**TTTT**		
2.2.3.2區域氣候模式事後預報資料建置			**IIII**	**IIII**
2.2.3.3動力降尺度季內預報作業性評估				**II@@**
2.2.4海流資料同化與波浪大氣耦合模式系統				
2.2.4.1發展海流資料同化模組	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**II@@**
2.2.4.2發展區域波浪、海洋與大氣耦合技術		**DDTT**	**TTTT**	**II@@**
2.3強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業				

自動化				
2.3.1 強化數值天氣預報作業自動化系統				
2.3.1.1強化氣象資料接收處理供應作業				
2.3.1.1.1引入新資料與增進資料處理能力	**DTII**	**@@@@**	**DDTT**	**III@**
2.3.1.1.2增進新資料處理能力	**TII@**	**TII@**	**TII@**	**TII@**
2.3.1.1.3服務盤點與調整服務管理	**DTII**	**DTII**	**@@@I**	**@@@I**
2.3.1.2強化數值天氣預報控制作業				
2.3.1.2.1強化作業調度能量	**DTTI**	**TITI**	**@II@**	**@II@**
2.3.1.2.2服務盤點與調整服務管理	**DTII**	**DTII**	**@@@I**	**@@@I**
2.3.1.2.3研發至上線工作流程的改造	**DDTI**	**TITI**	**@I@@**	**@I@@**
2.3.1.2.4配合高速運算電腦更新進行作業移植		**DDDD**	**TTII**	**II@@**
2.3.1.3強化填繪圖作業				
2.3.1.3.1提升產品產製效能	**DTI@**	**TI@@**	**DTI@**	**TI@@**
2.3.1.3.2以新技術精緻化圖形產品	**DDTT**	**II@@**	**DDTT**	**II@@**
2.3.2強化區域數值預報系統之跨域應用				
2.3.2.1強化區域資料同化技術	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**
2.3.2.2改善區域預報模式	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**
2.3.2.3區域系集預報系統之發展與運用	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**	**DTTI**
2.3.2.4強化煙流擴散模式在火山灰影響之評估				
2.3.2.4.1火山資訊收集與研析	**DDDD**	**DDDD**	**DDDD**	
2.3.2.4.2 評估多尺度3維變分技術降尺度系統在山區的分析效能	**TTTT**	**TTTT**	**TTTT**	**TTTT**
2.3.2.4.3強化煙流模式在火山灰的評估能力		**TTTT**	**TTTT**	**TTTT**
2.3.2.4.4發展與建置火山灰影響評估作業及操作資訊系統			**IIII**	**II@@**
3.掌握氣候監測與預警能力				
3.1 強化臺灣氣候背景觀測，活化在地氣象資訊運用				
3.1.1建置標準大氣輻射觀測設備	**DDTT**	**IIII**	**II@@**	**@@@@**
3.1.2蘭嶼背景大氣觀測設備更新作業	**DDTT**	**TTII**	**II@@**	**@@@@**
3.1.3利用無人機等載具輔助大氣低層或邊界探空觀測或氣體採樣分析作業	**---D**	**---DD**	**TTTI**	**II@@**
3.2發展短期氣候預報資訊				
3.2.1精進短期氣候預報技術				
3.2.1.1發展月季尺度綜合預報技術	**DDDD**	**TTTT**	**IIII**	**@@@@**
3.2.1.2開發極端事件潛勢預報	**--DD**	**DDTT**	**TTII**	**II@@**
3.2.2建置短期氣候預報決策輔助工具				
3.2.2.1改善氣候資料庫	**@@@@**	**@@@@**	**@@@@**	**@@@@**

3.2.2.2擴充氣候監測預報作業輔助系統	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**
3.2.2.3強化颱風展期預報系統	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**	**DTI@**
3.3發展季內至季節尺度預報				
3.3.1開發季內尺度極端事件預報系統				
3.3.1.1開發梅雨季週及特殊事件預報產品	**DDDD**	**TTTT**	**TTII**	**II@@**
3.3.1.2開發極端事件預報系統	**DDDD**	**TTTT**	**TTII**	**II@@**
3.3.1.3運用本局模式進行季內振盪的預報開發	**DDDD**	**TTTT**	**TTII**	**II@@**
3.3.2發展災害性季節尺度預報產品				
3.3.2.1運用本局氣候模式預報開發及改進作業化物理概念統計預報模式	**DDDD**	**TTTT**	**II@@**	**@@@@**
3.3.2.2發展季節尺度極端氣候預警系統	**DDDD**	**TTTT**	**II@@**	**II@@**
3.3.2.3運用創新的資料探勘技術發展氣候預警	**DDDD**	**DDTT**	**TTTT**	**TTTT**

代號說明：D：規劃設計、T：發展測試、I：作業建置、@：調校維運，一年分四季由左至右表示該年度各季之工作

三、 執行步驟（方法）與分工

(一) 深化氣象多元服務-連結在地

1. 深化在地氣象服務之執行（步驟）方法：

(1) 推展生活氣象資訊服務

要改善本局現有生活氣象資訊服務系統，除了要迎頭趕上國際資通訊發展的現況，並了解各類使用者的需求將各種氣象服務產品發揮最大價值，不僅可以幫助日常生活更加智慧，最重要是可以在災變天氣發生或來臨前即時推播發揮減災避險的功能。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 開發使用者經驗導向互動式網頁

主要有3個工作項目進行，將在第1年引進大數據和人工智慧技術，詳細分析現有網頁使用者的使用特性，完成網站架構設計和雛形建置。並持續在計畫期間引進網頁新技術如WebAssembly，並了解網頁在排版、色彩、動靜態圖像、微互動和UI上的設計趨勢，於計畫最後1年建置完成新版經驗互動式全球資訊網。

B. 開發**Android及IOS版本**語音互動行動App

在語音互動行動App開發的規劃上，在第1年精進語音辨識技術與語意解析能力，第2年增加地震、天氣警特報查詢及文字回應服務，第3年增加觀測、衛星、雷達及海象等資訊查詢及圖形化產品回復，第4年開發個人化功能，於計畫結束後推出新版氣象語音互動行動App。

C. 深化氣象科普數位教育

在計畫第1年規劃科普平台管理後台即時上傳各種類教育素材的功能，讓網站維護者更即時便利地更新科普素材，並於第2年建置完成。設

計各科普領域小博士認證試題和證書，於第3年完成強化科普網素材，成為全民學習探索氣象科普等知識的數位教育管道。

D. 研發創新智慧氣象應用服務

於計畫期間隨時追蹤收集各式行動載具或社群網路之最新技術，並研發可符合時代的相關創新智慧氣象應用產品及智慧城市之即時天氣資訊推播之可行性。

(2) 開發高時空解析度衛星客製化產品

為強化本局新式衛星產品開發與應用，以本局現有的接收處理作業為基礎，衡量產品未來需求，引進遙測產品新算法，積極與先進國家研發作業單位合作，開發高解析度、精確的天氣與環境監測產品，供防救災單位預警參考與跨域運用。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 網格化空氣污染物與臭氧總量分布系統

分成2個工作項目進行，（1）驗證本局之衛星氣溶膠光學厚度衍生產品、運用空氣盒子監測數據，以精進懸浮微粒的準確度；後者運用（8.2-9.2,9.2-10.2和10.2-11.2μm）3個衛星頻道資料與地面量測的總臭氧含量資料，結合數值模式，研發臺灣地區的大氣總臭氧含量。（2）加入社群網站，透過全球資訊網獲得微量氣體與臭氧總量等空氣汙染物資訊，產製視覺化圖檔。第一項工作於計畫的前3年完成精進懸浮微粒產品，後1年評估分析結果的可靠性。第二項工作於計畫第1年蒐集相關資訊與下載產品可行性評估，後3年則整合第一項產品，進行建置網格化空氣污染物與臭氧總量分布系統。

B. 飛航安全之積冰與亂流警示系統

分成2個工作項目進行，（1）分別開發日間與夜間可偵測飛機積冰的

技術，探討積冰位置與垂直高度，（2）開發偵測大氣亂流技術，探討亂流可能發生區域，分別期於3年內完成這兩項產品的產製、驗證與建置系統。

C. 網格化海溫及海洋表面流資料分析系統

主要兩項工作包括單變數資料同化技術開發建置及雙變數資料同化技術開發。第一項工作（單變數資料同化技術開發建置）在本期4年的計畫第2年將完成即時分析作業系統的建置，並於後2年持續進行運算能力的提升並評估分析結果的可靠性。第二項工作（雙變數資料同化技術開發)則在本期4年的計畫期間應持續進行並建立階段性任務與進展，並於末期進行實機測試。

D. 衛星植被指數資料之陸地環境監測系統

主要工作為運用新一代地球同步氣象衛星與美國繞極環境衛星之可見光、近紅外線與短波紅外線波段觀測資料，逐年開發綠色葉綠素指數(GCI)、結構敏感指數(SIPI)與標準化燃燒比例(NBR)等三項產品，並於隔年上線作業、分析使用者的回饋意見與產品效益。

2. 擴大災害防救應用之執行（步驟）方法

(1) 建立客製化氣象情資與預警服務整合平台

藉由子本計畫之執行，規劃完成第2代災害性天氣簡訊發布系統，可依受供對象訂閱之災害性天氣類型及關注區域進行簡訊的媒合發布，減少對受供單位發布不符需求之簡訊，增加預警簡訊之使用價值。同時，導入自然語言之AI技術，結合至少1種的社群即時通訊管道，提供更快，更廣，針對性更強之客製智慧天氣資訊詢答服務。於精進海面天氣無線電廣播服務方面，將推出3個海域的海面天氣預報與佈建3個船舶用無線電廣播站，分別廣播3個區域的客製海面天氣預報及現況資訊，服務各區域的海上活動

船隻。並拓展客製化氣象資訊聚合服務，於推廣過程中了解各單位業務，提供客製化氣象情資平台協助業務執行與掌握，還能了解各單位對於氣象資料需求，回饋於系統開發的功能之中。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 強化災害天氣即時通報/推播服務

此業務中簡訊通報部分預計花費3年完成強化，第1年將建置通報資訊的地區及種類的分類機制，使簡訊發布系統可自動分辨通報之訊息與何處何種天氣事件有關，第2年建立地區以及訊息種類與受供客戶之訂閱連動機制，使系統可自動判斷訊息該發給哪個受供客戶，第3年則是建置簡訊通報發布、查詢及後台管理網頁介面，並上線服務。於利用自然語言處理AI透過社群即時通訊軟體提供智慧天氣諮詢部分之工作，預計利用前兩年委託學研單位進行自然語言處理AI之建模，並發展雛形文字或語音詢答機器人程式，第3年起介接即時通訊軟體試營運，並於第3及第4年透過真人詢答反饋之大數據持續訓練改善AI模型，並改善文字或語音詢答機器人之表現。

B. 精進海面天氣無線電廣播服務

在海面天氣無線電廣播精進部分，目標是提供3個分區的客製化海面氣象廣播，因此必須先發展近海小區域的海面預報文字產品，預計於第1年完成。然而一但須預報之區域增加，以人工研判各區未來風浪趨勢之作法便會出現效率及一致性問題，故需配合發展各區未來風浪趨勢自動化研判技術。待近海小區域的海面預報文字產品能夠自動穩定產出後，預計分3年逐步建置3個DSB無線電站台，用在不同地區之近海海域廣播該區之客製化海面天氣預報資訊。

C. 拓展客製化氣象資訊聚合服務

本業務將基於現有客製化氣象情資聚合服務平台網站，進行持續的強化發展，拓展新的使用客戶，並舉辦黑客松活動鼓勵民間及學界之共同參與。預計每年舉辦一場黑客松活動，平台可用之第三方氣象跨域應用程式逐年增加3種。

(2) 強化新一代劇烈天氣監測系統

藉由本計畫建置可跨瀏覽器使用並具模組化特色之新一代劇烈天氣監測系統QPEplus，以取代現行QPESUMS系統，針對10餘個單位進行防救災客製化海氣象監測預警服務。新發展人機互動介面的「隨手畫」資料顯示功能，可提供使用單位以更為彈性的方式獲得所需之海氣象資料，適用於救災（難）等執行臨時性任務時，快速取得各處之海氣象資訊。此外，藉由「中央氣象局Q-劇烈天氣監測系統QPESUMS」App主動推播客製化單位之警示資訊，則可透由手機得到最新之即時警示訊息，達到輔助提升防救災行動效能的目標。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 強化新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）顯示與警示功能

本工作項目將持續開發QPEplus客製化系統，第1年至第3年每年至少新增完成新增5個客製化系統建置，並運用格點化之雨量資料，發展可彈性選擇區域顯示資訊之「隨手畫」功能。亦採用機器學習技術協助需求單位訂定警戒值，並於最終第4年完成所有QPEplus客製化系統建置，以正式取代現行QPESUMS之防災客製化服務。

B. 開發「中央氣象局Q-劇烈天氣監測系統QPESUMS」App防災客製化警示推播功能

本工作項目將運用現有App主動推播客製化防災警示資訊予相關單位，第1年先針對客製化單位進行需求調查，獲取各單位所需警示資訊之

種類、項目及警示內容（例如公路總局之重點監控路段的雨量警示）；第2年將與各客製化單位確認警示項目之門檻值（如雨量於何種累積時段達多少毫米時需要警示），由本局綜整各單位警示項目，彙整並設計統一的警示型式與內容；第3年將開始開發主動推播功能，將運用不同群組設定方式，區分各個客製化單位，以提供其所需警示資訊之主動推播；第4年此主動推播功能正式上線作業。

3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析之執行（步驟）方法：

(1) 精進多元氣象開放協作環境

本局目前主要透過政府間氣象服務需求訪談、意見箱、滿意度調查及資料創意應用競賽等面向，廣泛蒐集各界對氣象開放資料的需求及應用。同時也與資料開放聯盟及台灣防災產業協會等各單位進行互動、研討及溝通，以提供人民有感及便於加值應用的氣象開放資料服務。在未來資料開放規劃上，將配合行政院開放資料政策及局內相關計畫，擴增氣象開放資料種類，並持續發展資料擷取API以提升資料取得的便利性。另外將訂定本局氣象資料之標準，並提供資料內容說明與明確的資料結構，以期提升資料可用度，促進資料流通交換與加值應用。因應民間產業的需求，除了持續開放氣象資料及提升資料品質之外，將發展鏈結開放資料，透過時間與空間的連結，提供跨領域之資料服務，提升資料應用的價值，以提升資料開放及資料供應服務的效能與量能。推動鏈結開放資料主要的挑戰是國內可提供五星級鏈結開放資料形式的單位及技術仍在起步階段，本計畫目前已與交通運輸、農漁業、觀光等相關單位洽談共同合作發展五星級鏈結開放資料之意願，在經初步訪談的基礎上，本計畫評估發展5個五星級鏈結開放資料集總數尚為合理的規劃。隨著資料鏈

結相關技術及應用需求的逐步成熟，未來將適時建立更多五星級開放資料集。強化氣象開放資料平台，建立民間回饋機制，加強與民間產業之交流、資源彙集及成果回饋，以建立良善公私協力合作機制。並擴建氣象資料隨選平台，強化前期計畫建置之「氣象隨你查」、「氣象超精選」、「氣象導航員」及「氣象小秘書」4項服務，精進運用電子地圖隨選時間/空間氣象資料進行自訂查詢與資料展示功能，並持續增加資料的豐富度，提供多樣性整合服務、並結合交通運輸跨領域資料呈現，貼近民眾生活所需，進一步依使用者行為分析與資料的開放性，自動給予氣象推薦配方，期許整體氣象服務水平提升至智能推薦之智慧服務，以及指標性事件配方之複合式服務。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 擴大氣象資料開放及供應服務

積極建構智慧生活場域，思考產業之應用需求，結合跨機關之資料，持續擴大開放氣象資料及發展開放鏈結資料，提高資料可用度及資料取得之便利性與效能。目前本局對外提供臺灣鄰近地區之不同類型降雨估計與雨量預報產品，其資料規格與投影方式相當複雜，為回應外界方便使用本局提供之臺灣附近各式降雨估計與雨量預報產品，本局將以QPESUMS網格系統為主，將各式雨量估計與預報產品內插至QPESUMS網格系統。但同時針對下游使用者之需求，本局仍視需求提供各式產品之原始資料格式。計畫執行第1年配合國發會規劃時程建立T-Road資料交換機制，依T-Road規範開發介接轉換介面或應用程式介面(API)，另將加強推廣與應用，並建立回饋機制，善用民間無限之創意，提升公私協力合作機制與價值，並逐步因應資料開放與使用需求於計畫執行第1年至第2年建立混合雲環境，提供資料開放及供應雲

端服務，同時於計畫執行4年期程中，分項進行發展鏈結開放資料，透過時間與空間的連結，提供跨領域之資料服務。

B. 優化氣象隨選服務

本業務將基於前期計畫發展之氣象隨選平台網站，進行持續的強化發展，本期計畫第1年將以跨領域資訊整合呈現為發展主軸，以複合式氣象事件和多樣性整合服務呈現包含如熱門活動與天氣警特報資訊與即時影像結合等，並提供多元訊息通知管道。計畫第2年以打造個人化服務為主軸，將氣象隨選服務發展至提供個人自訂氣象需求配方，依個人需求可指定並取得所需氣象資訊，並結合大數據資料分析技術提供個人化服務快速指引。計畫第3年至第4年，將依推廣應用所回饋意見逐步擴充智能推薦服務與結合異界資料提供氣象跨領域整合之多元資訊展示服務。

(2) 促進政府間氣象跨域應用合作

本分項工作為透由積極參與及辦理氣象跨領域應用活動，瞭解各領域氣象應用的需求，研擬並提升服務措施，強化氣象對各領域應用的支援與服務。擴充建立相應的氣象跨域應用平台，根據使用者需求開發決策指標，以契合其他領域單位所需之獨特氣象專業資訊。於推動地方政府跨域應用服務部分，積極運用氣象創新科技，有效運用於交通、教育、醫療照護、永續環境等面向，提供市民各種結合氣象的創意智慧生活應用服務。並經由氣象決策數據支援，協助產業氣象風險規避，促進產業發展趨動力，增進氣象經濟價值和服務效益。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 開拓政府單位間氣象應用合作領域

過去本局積極參與國內外各相關政府單位及學術機構關於資源共享、

跨領域應用（如防災需求、水資源管理、環境監測等）、縮減數位落差及促進研究發展等方面之合作，但對各領域氣象應用需求的瞭解仍顯不足。本計畫將逐年持續規畫參與及辦理氣象跨領域應用活動，加強跨單位合作及資料交換，開發氣象應用在各領域的潛在價值，並掌握跨領域氣象應用的需求，發展符合使用者需求之跨域產品與決策指標。

B. 擴充氣象跨域應用平台功能

依上述需求擴充氣象跨域應用平台，建立跨域資料及服務整合機制，執行策略為彙整跨域服務資料（各式氣象及非氣象領域資料），增進跨域資料的流通及公開運用；建置跨域資料介接與運作標準化，提供相關資料應用程式介面與統一維運管理流程，以達成跨域資料直接加值運用及服務的整合，提供跨領域數據資料交流運用之友善環境。

(3) 評析氣象應用服務之社會經濟效益

本分項工作為建立具有理論基礎與適合我國氣象資訊的社會經濟效益評估模式，並針對氣象資訊近年發展的幾個重點應用領域，包含：公眾—家計部門、觀光及公眾運輸領域等，進行社會經濟效益評估，以貨幣化方法來衡量氣象資訊於這些應用服務領域之貢獻，並做為後續規劃方向之參據。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 公眾氣象應用服務社會經濟效益評析

計畫執行第1年以氣候服務對我國家計部門社會經濟效益評估為主題，進行評估方法與相關工作規劃，同時配合我國氣象資訊服務所及之範疇，並在4年內規劃以地理區位進行3個不同尺度的評析，分別是全國尺度、區域尺度、以及縣市尺度之社會經濟效益衡量，以做為本局

未來建立全國各地區氣候服務規劃與資源投入之參考基線數據。

B. 氣象資訊跨領域應用服務之價值評析

在計畫執行的4年期間，針對我國觀光及公眾運輸領域，規劃探索氣象應用服務之現況、資訊需求缺口、以及潛在的氣象應用服務經濟效益，以強化氣象應用服務於此二領域之應用價值以及創新氣象應用服務可能造成的潛在社會經濟效益。

(二) 促進智能創新應用，連結未來

1. 打造氣象智能應用服務之執行（步驟）方法：

(1) 建置氣象史料跨域重現資訊系統

本子計畫將開發雨量、風速智慧自記資料辨識技術及自動化重建系統，建立雨量、風速高解析度（以分為單位）歷史自記資料圖像與重建數據資料庫；並執行極端天氣或歷史氣象事件之跨域研究，建立極端天氣事件史料應用交流知識庫，最後建置以上述兩個資料庫為基底之「氣象史料跨域重現資訊系統」。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 開發歷史自記資料辨識技術及資料重建系統

工作執行第1年至第2年著重於雨量、風速自記資料的圖像數位化，與辨識技術的提升，以及自動化重建系統的開發。工作執行第3年至第4年會快速地完成大量自記資料辨識的工作，並完成自記資料重建查詢資訊系統。

B. 建置極端氣象事件史料應用交流知識庫

工作執行規畫以4年的時間逐步進行臺灣歷史極端天氣與重大氣象災害事件的史料蒐集與跨域研究，同時進行極端氣象事件史料應用交流知識庫資訊系統開發與建置。

(2) 連結城市內的公共服務與促進產業跨域應用

本局近年除了加深氣象技術的發展外，亦致力於推廣氣象資訊服務在各領域的應用，本計畫以臺灣智慧城市與產業為出發點，結合氣象資訊加值各地城市氣象智慧化，開發相關產業創新應用。期望在氣象科技的運用下，可帶動臺灣產業經濟成長，亦可幫助智慧城市與環境永續發展。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 連結城市內的公共服務

開拓智慧城市應用合作領域，提供規劃建議與勾勒初步服務樣貌，並提出短中長期解決方案，根據智慧城市與民間需求，依據規劃進行系統建置，協助服務擴散，成果包裝與宣傳。

B. 促進產業跨域應用

在計畫執行的4年期間，針對智慧城市與民間產業，規劃氣象資訊應用、包含跨域平台與App資訊服務、擴大氣象應用服務使用人次，以強化創新氣象應用服務之應用價值與社會經濟效益。

(3) 導入人工智慧與智慧學習發展模式加值產品

近幾年數值天氣模式的發展逐年成熟，預報的可信度也逐年提升，結合機器學習搭配數值天氣模式進行大氣科學與相關跨域的應用，有助於將現階段的天氣預報準確度再向上提高，並使其應用之領域更加普及。此計畫將建立在系集預報巨量資料基礎下，導入人工智慧及機器學習技術，發展應用模式後製產品之技術及模組，建置跨域應用服務，並透過巨量資料平台之OPEN DATA資料供應系統將資料即時傳送至各需求單位，以強化區域模式之跨域應用產品服務。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

應用人工智慧與智慧學習發展模式與觀測加值產品：

結合數值模式預報資料、地面、衛星與空汙等資料，利用人工智慧及機器學習技術，新增包括短延時定量降水預報技術產品，提升定量降水預報能力；溫度及風速及雨量預報之偏差修正技術產品，提供更準確的預報及延伸應用；空氣品質預報產品，延伸數值天氣預報模式在空氣品質預報中的應用價值；太陽輻射、日照量與雲量預報技術產品，延伸數值天氣預報模式在太陽輻射、日照量與雲量預報的應用價值。並將上述所產製之數值模式後製產品透過巨量資料平台之OPEN DATA資料供應系統將資料即時傳送至各需求單位，以強化區域模式之跨域應用產品服務。

2. 建構數位創新服務環境之執行（步驟）方法：

(1) 打造巨量資料平台之整合服務

本計畫延續前期計畫所建置之氣象巨量資料中心，擴充資料整合服務平台，整合本局各中心氣象資訊，建置跨中心資料服務平台之運用，以落實資料開放與共享精神，並運用雲端分散式運算處理大量資料技術，達到快速處理大量資料及非結構化分析效能，提供單一服務入口，靈活交互運用系統資訊，達成推動資料趨動治理目標。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 建置巨量資訊平台之整合服務

強化巨量資料中心功能，擴增包含關鍵字搜尋、詮釋資料查詢功能建置、系統監控、建置虛擬服務架構、因應下游系統需求擴充API與管理機制，以做為本局未來建立全國各地區氣候服務決策之數據。並整合本局內部資源提供巨量資料整合服務平台，提供單一服務入口，靈活交互運用系統資訊，擴充管理介面可查詢局內資料資料源，可查詢資料狀態，與下游資料索取狀況（統計資料），提升跨中心資料資訊

整合交流運用。

B. 引進智能推薦服務

建置支援決策分析資料庫，進行資料使用分析、因應下游系統需求擴充API與管理機制，並引進智能推薦服務，縮短資料查詢時間與強化資料供應效能，並因應下游系統需求擴充API與管理機制。

(2) 發展數位創新服務

在對外提供互動便民環境，對內提升資源有效運用與發展共享、協作環境的目標下，本子計畫以建立互動式視覺化展示服務與打造人工智慧便民的創新應用，讓民眾透過整合後的互動介面，體驗一站式的友善服務，並利用物聯感知設備與雲端科技來優化內部作業流程與建構共享協作的環境。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 建立互動式視覺化展示服務

在計畫執行期間，本工作項目規劃建置氣象局互動式視覺化展示服務平台，以多元化的業務導覽展示，讓參訪者能認識氣象局數值作業中心各項重要業務。再者建立一展覽資訊管理平台，讓各氣象站直接管理其展覽內容、活動訊息及相關服務資訊，並建置導覽App，當民眾至各地氣象站參觀時，以定位技術透過網路，將各氣象站的在地特色及活動與民眾互動，增加參訪之趣味性及便利性。

B. 打造智慧便民的創新應用

在計畫執行期間，本工作項目將運用新興的數位智能科技，發展智慧化訪客服務，強化現行機制的不足與便利性，於建置之雲端服務平台上提供線上表單申辦、空間導引、聯絡資訊、業務說明等多項數位化服務，使民眾申辦本局相關業務或參觀訪問時，可經由單一管道以自

動化、數位化方式獲得更優質的資訊服務。

C. 建構資訊設備物聯網管理服務

在計畫執行期間，本工作項目將規劃主動式建構物聯網環境，拓展資訊設備智慧化管理平台，將參考具有非接觸式、主動性、無方向性、永久使用、耐候性強等特性的裝置取代現行使用的條碼，初期先以關鍵資訊設備為導入範圍，再逐步拓展到重要及一般資訊設備，同時將一併思考流程的改變，以主動自動化方式進行資產盤點與控管服務，降低不必要的成本，簡化複雜的辦理程序，以提升本局行政效率和成本效益。

(3) 建立智慧型數值作業中心

本局為24小時作業機關，需全天候與國際作業中心、國內各災防單位及全國下屬30個地方氣象站連網，為維持本局數值作業服務不中斷，除資訊資源整併管理且有效分配外，亦需提供優質的作業環境平台，因此本子計畫規劃運用資通訊技術，建立一個智慧型的數值作業中心，以智慧監控、主動預測、自動預警、數位門禁、資源決策分析、異常事件分析及緊急應變的專家指引，來打造本局全面創新服務的環境，加強數值作業中心的整體營運效能，以提升數值作業服務品質。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 智慧化作業監控管理平台

本工作項目規劃4年完成作業中心的資訊設備、核心作業應用系統導入監控，並建立事件關聯影響分析機制及發展自動化事件預警與通知機制等。

B. 建立數位化門禁管理系統

本工作項目規劃於本計畫執行之第1年進行門禁系統的規劃及相關設

備的評估，計畫執行第2年完成建置門禁管理系統建置。

3. 強化數位資訊基礎建設之執行（步驟）方法

(1) 整合通訊多元服務

於本局現有的基礎以及因應未來作業需求，配合國際先進的資通訊趨勢，適時引進在國內已有成熟使用市場的穩定產品，來提升網路通訊作業環境的效能。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 建構高效能具作業彈性的通訊作業環境

在建構高效能具作業彈性的通訊作業環境方面，主要包括建置緊急應變通訊中心、完備視訊直播通訊基礎建設、強化高效能災防通訊網聯及提升網路通訊環境平均速率，同時逐年淘汰產品壽命結束（EOS）或已無殘餘使用價值之網路設備，並更換可支援高速網路的新型設備。本計畫具體的執行內容如下：

- 緊急應變通訊中心語音、資料及視訊之整合通訊服務新增建置：

本局提供的服務與民生及防災有密不可分的關係，且運作屬性為24小時作業，為隨時掌握氣象服務之可用性，需建置整合語音、資料及視訊之緊急應變通訊中心，透過語音、視訊讓系統的維運人員完全掌握氣象服務的狀況，以達到服務不間斷的目標。本工作項目分2年完成，於計畫執行第1年進行整體規劃、第2年完成新增建置。

- 即時視訊直播通訊可備援基礎網路架構：

由於劇烈天氣對民眾的影響非常巨大，行政及縣市鄉鎮首長負有維護人民生命財產的責任，而行政及縣市鄉鎮首長對劇烈天氣的掌握非常依賴本局，因此建置一個即時視訊直播網，透過與氣象人員的直接溝通，將有助於行政及縣市鄉鎮首長的決策。配合緊急應變通

訊中心的整合通訊建置，於計畫執行第2年完成更完備的即時視訊直播通訊可備援基礎網路架構。

- 雲端災防資料通訊網聯設備更新與備援建置：

  目前各災防單位、媒體業者現行已與本局有氣象資料介接，而有氣象資料介接需求的單位越來越多，有必要建構一個雲端災防資料通訊網聯，讓所有與本局有氣象資料介接需求的單位，整合在這個雲端災防資料通訊網聯，提供更彈性及有效率的服務網聯，以提升災防資料傳遞的效能與可用性，並逐年提升網路傳輸平均速率。

- 逐年建構高速的網路通訊環境（含局屬）：

  本局為提供準確之氣象預報和警報作業，內部網路資料流量因數值模式資料與預報產品多元化、精細化而日漸龐大，加上未來各式數值預報系統逐步升級，產出之高密度資料需要有高速網路以利傳輸，因此有必要建置更高速網路設備及布建高速光纖網路，並整合本局現有通訊作業環境，逐年提升網路傳輸平均速率，以提高網路傳輸與運作效能，提升氣象作業的運作效益。

B. 建置整合式機器智能圖像化維運中控

在建置整合式機器智能圖像化維運中控工作執行上，將接續資料中心的發展重點，在本計畫執行第1至2年進行產品評估，選擇適合產品進行概念性驗證，同時進行導入本局作業環境使用之規劃與建置，並於第2至4年持續導入本局作業環境，並進行優化與調整。

C. 運用人工智慧提升告警與預警能力

為運用人工智慧於日常網路監控與維運，提升告警與預警能力，達成早期發現與早期處理之目標，於本計畫執行第1年至第2年進行產品評估、測試、規劃與建置，並於第2至4年持續進行本局作業環境使用的

優化與調整。

D. 完備自動化無縫接軌異地備援

於本計畫執行第2年進行南區網路架構優化與調整,計畫全程完備無縫接軌自動化異地備援環境建置，除利用本局自有的網路環境建置氣象資訊服務的南區異地備援外，亦考慮使用其他機關的高速網路做為網路環境的電路備援。

E. 強化新型態資安威脅的防禦能力

由於資安為持續性的工作,故在本計畫執行第1年起持續進行產品評估，第2年起選擇適合產品進行概念性驗證，同時導入本局作業環境使用。本局氣象資料之跨機關介接與分享，主要可分為網際網路與特定對象網連專區等2大區域。網際網路部份建置新世代防火牆(內含入侵防禦系統、防毒軟體、惡意中繼站阻擋、網址過濾、高風險應用程式阻擋)、網頁應用程式防火牆、網頁與電子郵件進階持續攻擊防護系統等資安防禦縱深建置；網連專區部份則建置防火牆、入侵偵測系統等資安防護設備；在端點部份則建立存取控制與防毒軟體等資安防護。經由閘道與端點的聯合防護，保護本局重要氣象資訊作業，另也與中華資安國際組成資安聯合監控中心，藉由24小時不間斷的自動化聯防機制，進一步確保本局的作業安全。

(2) 建置下一代高速運算電腦與擴增大量資料儲存量能

數值模式空間解析度提升為2倍，電腦計算時間約增加8倍，資料量約增加4倍，再加上各式新型觀測資料應用、數值方式與物理過程的改進，所需的計算量與資料量會更為增加。本局101年起建置的高速運算電腦漸漸不敷使用，且因硬體老化致故障率漸漸升高，此將影響數值天氣預報的研發與作業。本期計畫規劃進行新一代高速運算電腦之採購建置以及大量資料

儲存系統之擴充，預計採購高速電腦設備，運算容量達10 PFlops（請參見附錄一），擴增大量資料儲存達100 PB，並建構效能監控與管理及建立資料異地備份儲存空間150 TB。為了達到上述目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 建置下一代高速運算電腦

針對下一代高速運算電腦建置，規劃於本計畫執行第1年，進行（1）業務訪談，規劃本局未來作業與研發所需計算資源；（2）擬定採購規格草案，徵詢業界資訊以修正採購需求；（3）依法律執行採購程序，評選最優秀系統。執行計畫第2年至第4年根據採購合約進行系統建置，並以教育訓練方式轉換系統。

B. 擴增大量資料儲存量能

本工作項目主要工作包括擴充儲存空間、強化效能監控管理、升級讀寫頭以提升存取效能及建置異地備份儲存空間。執行計畫第2年規劃建置本局異地備份之儲存空間，第3年擴充大量資料儲存系統磁帶櫃及建構效能監控與管理，第4年升級大量資料儲存系統讀寫頭及建構快取資料儲存環境。大量資料儲存系統之儲存容量擴充則需每年因應需求成長量持續進行。

(3) 智慧型管理與安全穩定的機電環境

本分項工作的主要目的在提升機房整體資源的使用效率，透過汰換已經使用超過10年、20年，甚至30年的老舊電力及空調設備，選用高效節能且符合環保規範的產品，減少用電量並且提高安全性及可靠性；另外增加UPS電力供應、空調冷房能力，以因應持續成長的氣象資訊作業及高速運算電腦的需求。強化基礎設施管理功能，集中監控管理不同實體區域的機房環境設施，並進行資源動態調節功能，以提高資源的使用效率。為了達到目

標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 改善電力及空調設備，於本期計畫3年內施行

- 擴增供電容量：建置825 KVA UPS 取代舊600 KVA UPS及擴充電源迴路容量。增加UPS供電量225 KVA，迴路供電能力增加625 KVA。
- 汰換老舊變壓器：建置非晶質變壓器，取代舊式變壓器。降低電力耗損及提高設備安全性。
- 汰換舊式發電機組:建置1500 KW新式發電機組取代老舊發電機組。提供更穩定、安全之緊急供電。
- 改善空調設備：建置300RT高效能磁浮式冰水主機取代老舊冰水主機，降低耗電量。

B. 強化基礎設施管理功能，於本期計畫第2年施行

強化基礎設施管理功能，提升環境設備監控管理與資源調節效能。

(三) 拓展氣象前瞻技術，連結國際

1. 提升定量氣象預報能力之執行（步驟）方法

(1) 強化颱風預報作業輔助系統和精緻化預報作業系統

颱風預報的改善必須提升颱風預報指引、颱風預報技術及颱風決策系統，同時也必須配合適時將熱帶性低氣壓影響之資訊揭露，強化颱風資訊的服務系統以提供定量之氣象資訊服務，並提升民眾對於颱風預報資訊的認識及防災資訊的運用。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 強化颱風分析預報整合系統

在颱風分析預報整合系統下的4項主要工作包括開發動態預報校驗模組、延長颱風機率預報產品時效、強化颱風強度及暴風圈預報作業、

開發機器學習文字探勘編撰警報單模組，此4項工作在本期4年的計畫期間應持續進行並建立階段性任務與進展。

B. 強化颱風風雨預報系統

在颱風風雨預報系統的執行規劃上，對於前期建置完成的第二代風雨預報系統，共有3項的主要工作：強化颱風風雨預報校驗模組、強化風雨機率型預報系統模組、強化風力預報系統，在本期計畫中，於新系統上應該持續進行並建立階段性任務與進展。

(2) 強化精緻化預報作業系統

即時預報的更新與增加短期氣候預報，需要引進更多客觀預報指引及統計預報之方法，方可提供預報人員完成更為即時及長預報時效的精緻化預報資料。本工作業務主要為提升精緻化預報編輯系統的效能，並且提供更多更完整的天氣預報資料為目標。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 提供多樣性鄉鎮天氣預報輔助工具

在提供多樣性鄉鎮天氣預報輔助工具的3項主要工作包括（1）因應提高解析度之鄉鎮天氣預報編輯系統強化、（2）因應提高解析度之鄉鎮天氣預報校驗系統優化及（3）開發短期氣候預報模組，此3項工作在本期4年的計畫期間應持續進行並建立階段性任務與進展。

B. 強化災害性天氣特報與開發即時預報輔助工具

在強化災害性天氣特報與開發即時預報輔助工具的工作執行規劃上，增進至鄉鎮尺度之災害性天氣特報應該為優先進行之工作項目，期望在計畫執行第3年就能針對鄉鎮區域發布災害性天氣特報。災害性天氣預報指引介接與調整與即時預報更新模組開發與調整的工作必須持續進行、反覆測試並不間斷的關注國內外模式在物理參數法上的進展。

(3) 強化預報決策輔助工具

前期計畫中引進的第二代先進交談式天氣處理系統（AWIPS II，Advanced Weather Interactive Processing System II），其最主要的目的在於汰換現有的預報決策輔助工具（WINS，Weather Integration and Nowcasting System），因此其移植的策略為讓新一代的系統能完全取代舊的系統，而前期計畫完成此一目標後，在本期計畫中則持續進行整合式介面的調整與功能的強化，讓美方所使用的先進技術，可以同時為國內氣象預報作業環境所使用。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 移植與調整美方水文（Hydro）顯示介面

本計畫執行第1年將深入研究水文顯示介面的相關功能，並協同海象測報中心共同進行評估，第2年將進行本土化與客製化的調整，第3年針對使用者回饋意見進行功能強化，並逐年配合美方核心版本升級。

B. 導入美方危害性天氣警示服務（Hazard Services）

在建置整合式機器智能圖像化維運中控的時程規劃上，接續資料中心的發展重點，在本計畫執行第1至2年規劃進行產品評估，選擇適合產品進行概念性驗證，同時導入本局作業環境使用，並於第3至4年持續進行本局作業環境使用的優化與調整。

C. 建置新一代天氣圖編輯系統（New-WCE）

規劃以臺美共同發展的合作模式，於計畫執行第1年完成基本元件與傳統功能建置，並汰換舊版系統，第2年起持續進行功能強化，並逐年配合美方核心版本升級。

2. 精進無縫隙氣象預報技術之執行（步驟）方法

(1) 發展2至4週動力統計預報

依據國內外的發展趨勢與作業需求，發展2至4週預報已成為現今與未來作業單位之重要業務；居住在地小人稠之臺灣地區的民眾對於高解析空間尺度的2至4週預報有更深切的期待與盼望，因此發展動力統計預報技術以提供客製化之測站或高解析格點上之2至4週預報是本局之重點業務之一。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 多變量統計後處理系統之研發與建置

於本期計畫執行第1年至第3年，收集或累積足夠的reforecast/hind-cast資料，並發展與測試多變量統計後處理技術。第2年至第3年建置作業化之多變量統計後處理系統，並於第4年進行系統之調校。

B. 透過遙相關概念利用大尺度指標進行動力統計預報

於本期計畫執行之第1年至第2年，透過相關性分析找出具有物理意義的大尺度指標。第2年與第3年上半年進行logistic regression統計預報技術之規劃與發展測試，第3年下半年開始建置logistic regression預報系統，擬於第4年完成系統建置與調校，作業化提供機率預報產品。

C. 決策支援系統之建置

於本期計畫執行之第1年調查使用者關心的天氣事件指標，第2年上半年進行決策支援系統之規劃設計，第2年下半年開始系統之發展測試，並於第3年下半年與第4年上半年進行決策支援系統之建置，第4年下半年進行系統之調校與作業化維運。

(2) 改進全球天氣與氣候以及強化區域預報模式系統

本計畫引進NCEP FV3-GFS社群模式與GSI 4DEnVar之循環週期資料同化系統，作為本局下一代全球天氣預報系統的原型系統，拉近與世界各主要全球數值天氣預報系統的預報表現差距，其次也加入為臺灣地區設計的高

精度巢狀網格，提升臺灣附近的模式解析度，發展出具備本土特色的全球天氣預報系統，並對臺灣的中短期天氣預報有所助益。就改進動力統計氣候預報系統而言，本局將引進美國GFDL的海洋模式MOM5與本局GFS模式建置耦合模式，兩組模式以MPMD技術結合，藉以增加耦合模式的運算效率，本系統的建置將可提供未來12個月的月與季預報，並提供海氣交界面的預報參數供預報員及水資源、農漁業及健康管理等下游單位應用就改進動力降尺度預報系統而言，持續對新一代區域波譜模式（RSM）進行改進，提升模式的預報準確度及執行效率。就海流資料同化與波浪大氣耦合模式系統而言所發展的海流預報技術將與國際接軌。為了達到上述目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 發展全新全球天氣預報系統

本計畫執行第1至第2年的工作為將NCEP FV3-GFS全球模式與其配合的GSI hybrid 4DEnVar資料同化系統移植到本局的超級電腦上，運行循環週期資料同化，同化本局現有的即時觀測資料集。目標為建構出一套能與現行本局全球天氣預報系統（CWBGFS）平行運作的系統，作為下一代全球天氣預報系統的原型。此系統初期將以低於NCEP現行系統的解析度（C768；約13公里）來運作，實際適合運作的模式解析度還待測試。

第3至第4年的工作為運行實驗性的FV3-GFS全球天氣預報系統於平行作業模式，並持續改進該系統的預報表現。資料同化系統的改進與研發重點將著重於hybrid 4DEnVar中系集資料同化子系統的改進。目前GSI hybrid 4DEnVar中的系集資料同化系統為EnSRF，本局預計測試以LETKF 取代其EnSRF的影響，並測試數個基於LETKF系統的創新方法，包括以觀測資料數限制來實行的自適性協方差局地化（adaptive

covariance localization）（Hamrud et al. 2015、Schraff et al. 2016）等，期望能改善系統表現。

在臺灣地區巢狀網格的資料同化系統開發方面，本局預計4年內在系集資料同化中加入針對臺灣區域天氣預報設計的高解析度巢狀網格區域，並對此網格做有別於全球網格之資料同化，同化額外的高解析度觀測資料，測試以此高解析度巢狀網格分析場配合上全球資料同化系統的分析場做每6小時一次之線上（online）全球／區域巢狀網格決定性預報的效果。本工作為相當創新的嘗試，將以探索性實驗為主。

B. 發展動力統計預報系統

本局大氣模式的發展以預報兩星期內的天氣為主的數值天氣預報，要將本局大氣模式使用到氣候預報前需校驗模式氣候場（長期積分的平均狀態）與觀測氣候場的差異。如模式有較大的系統性誤差則需先修正模式的誤差後才能進行與海洋模式的耦合。此外海氣耦合模式也需要進行長期積分測試，校驗與修正。以上的測試工作需要大量的計算機資源及較長的時間。因此本計畫的前2年將著重在全球大氣模式與耦合模式的測試與國外氣候預報系統預報資料的收集與整理。由於氣候預報著重於趨勢的預報（偏高，正常或偏低），因為在正式上線作業前必須產生模式的氣候場。模式的氣候場則是由執行過去30年的積分後再做平均而得到，此項工作也需要大量的計算機資源與較長的時間執行與處理。因此計畫第3與第4年將致力重新預報（reforecast）的執行與預報系統的建置，第4年也將進行實驗性的預報與預報自動化的建置。

C. 發展動力降尺度氣候預報系統

第1年將持續進行區域氣模式的改進包括改用semi-lagrangain正定義數

值方法及以15公里解析度以下的模式物理參數化調教。第2年將進行區域氣候模式的氣候模擬驗證，將使用本局的海氣耦合氣候模式資料進行東亞區域的氣候模擬，確認該模式具有模擬東亞區域的氣候特徵能力。第3年到第4年的上半年前則將進行至少10年以上的模式事後預報及發展模式的預報誤差修正技術，第4年的下半年將進行季內預報的平行作業測試。

D. 海流資料同化與波浪大氣耦合模式系統

對於發展海流資料同化模組方面，將以4年的時間完成在地化建置海洋觀測資料品管方法、引進與建置LETKF資料同化模組，作業化測試與評估，同時評估與驗證結構網格與非結構網格同化技術。至於發展區域波浪、海洋與大氣耦合技術方面也將以4年的時間完成建置波流耦合預報系統和發展異常波浪預報產品。

(3) 強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化

面對政府單位與民眾對於防災和氣象應用的需求越來越多樣化、要求標準也越來越日益提高的情況下，提供符合外界期待準確度高且易於解讀且具有參考價值的氣象資訊，是本局想要期待達成的目標。為此，數值天氣預報的核心技術須提升，同時數值自動化系統的作業穩定性與效率亦須同步升級，才能符合數值預報作業之需求。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 強化區域數值預報系統

提升區域數值預報的專業技術能力為本項工作主要目標，主要工作項目為強化區域資料同化技術、改善區域預報模式、區域系集預報系統之發展與運用。

- 強化區域資料同化技術，在區域資料同化系統方面，追隨國際趨勢

強化區域資料同化技術與策略，並調整納入高時空解析度之觀測資料來源，例如福衛七號、向日葵八號衛星與地面觀測資料的應用，以改善模式分析場，精進模式預報能力。

- 改善區域預報模式，針對本局對防災與精緻化風力預報以及海洋服務上的需求，強化模式對颱風強度的預報能力，利用改善模式颱風初始結構、起轉（spin-up）過程以及耦合海洋模式等方法改進颱風預報模式之強度與路徑誤差。
- 區域系集預報系統之發展與運用，將綜合考慮國際數值天氣預報作業發展趨勢、副熱帶地區的天氣特性和高速數值運算資源，透過將增加系集成員數目、增加模式之垂直解析度、延長預報時間、優化系集模式系統等方式，改進模式離散度及誤差，以使能充分涵蓋預報的不確定性，提高機率預報可信度，並增進對極端和局部天氣的掌握能力及預警時間，並擴增強化系集產品的加值運用，以提供海象、土象和水象之跨領域防災服務。
- 強化煙流擴散模式對火山灰影響評估之應用，參考國際的發展趨勢，以改善火山灰傳輸區域氣象場的預報能力、新增火山灰釋放源相關條件、建置可供快速且簡易操作的使用者操作介面系統等3個作業需求面分別進行。

B. 強化數值天氣預報作業自動化系統

數值天氣預報作業自動化系統之主要任務即是為了穩定維運本局之數值天氣預報相關作業，包含作業所需各項輸入，如全球氣象觀測資料之定時收集備置、國際數值模式預報產品及其他資料之收集與處理、資料同化與預報作業之執行、預報資料與各類圖形產品的之供應。因此，本項工作的主要目標就是為了跟上本局數值天氣預報精進的腳步

，以及國際氣象資料發展，面對逐年增加的服務需求，增加系統處理的資料品項、擴充處理作業產品的能量，並盡力回應使用者對資料、產品持續增加且多樣的需求，提供穩定可用、即時完整的資料、產品服務，讓數值預報作業能穩定且準確的運作，提供國內防救災單位、民航單位、軍方單位、學術單位等來進行即時天氣預報作業參考與加值應用。工作執行將以氣象資料接收處理供應作業、數值天氣預報控制作業和填繪圖作業3方向持續強化進行。

3. 掌握氣候監測與預警能力之執行（步驟）方法

(1) 強化臺灣氣候背景觀測，活化在地氣象資訊運用

建置臺灣區域性的標準大氣輻射觀測網，挑選較不受人為影響或周遭環境改變影響的地區做為氣候站代表，建置標準大氣輻測觀測設備，使觀測資料能做為大氣輻射觀測標準，並規劃輻射觀測儀器的校正系統與標準作業流程，以提升資料代表性與準確性。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 建置標準大氣輻射觀測設備

計畫執行第1年預計進行大氣輻射觀測儀器的採購作業，並且同時進行彭佳嶼及東吉島氣象站的現勘作業，以評估最佳的觀測地點，並於第2年進行輻射平台的建置與儀器架設作業，而大氣輻射資料的品管與校驗上則必須持續不間斷的進行。

B. 蘭嶼背景大氣觀測設備更新作業

計畫執行第1年預計分析過去的觀測資料，進行資料整理與品管，並討論未來設備升級的方向與目標，第2年預計辦理相關監測儀器的採購作業並進行相關的安裝測試，第3、4年進行新舊系統的平行比對測試，同時參與相關的國際合作與交流。

C. 利用無人機等載具輔助大氣低層或邊界探空觀測或氣體採樣分析作業計畫執行第1、2年將進行跨域合作的討論與目標規劃，並進行相關系統開發的可行性評估與改善，第3、4年將進行系統設計開發與測試作業，並朝業務化方向邁進。

(2) 發展短期氣候預報資訊

根據新一代的數值模式預報系統，發展綜合預報技術，整合所有預報指引，在目前氣候科學能力有限的情形之下，盡可能提供空間更精細的預報產品，同時開發極端事件潛勢預報，提供時間更提前的預報產品，希望能對高影響天氣/氣候事件提早進行預警。此外，在氣候監測預報作業輔助系統的更新改版過程中，可進一步選擇最基本且重要的查詢顯示項目，加以設計為氣候監測查詢及氣候預報顯示系統，再加上颱風展期預報系統，共同提供氣候監測預報資訊服務。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 精進短期氣候預報技術

本項工作包括發展綜合預報技術及開發極端事件潛勢預報。

- 在發展綜合預報技術方面，主要針對氣候模式雨量預報進行處理，計畫執行第1年先分析國內外氣候模式對月季雨量的預報能力，校正預報偏差，之後利用高解析度觀測場資料建置雨量預報校正模型並評估其成效，第2年尋找合適的大尺度海氣環流預報因子，建置雨量預報遙相關模型，第3年發展雨量綜合預報技術以整合校正模型及遙相關模型，開發臺灣25個測站月季雨量綜合預報指引，第4年進行作業化測試，透過預報實驗評估其表現並加以改善優化。
- 在開發極端事件潛勢預報方面，計畫執行第1年先評估國外展期模式對夏季季內振盪及颱風的預報能力，配合本局展期模式的發展時程，

第2年再進行本局展期模式對夏季季內振盪及颱風的預報能力評估，並與國外模式比較，同時進行偏差校正，第3年評估國內外展期模式對大尺度氣候現象如東亞季風系統的預報能力，第4年則依作業需求開發極端事件潛勢預報產品。

B. 建置短期氣候預報決策輔助工具

本項工作包括改善氣候資料庫、擴充氣候監測預報作業輔助系統及強化颱風展期預報系統，後兩者肩負著轉移技術研發成果至預報作業自動化流程的重要任務，但所有技術研發均需仰賴氣候資料庫提供豐富充足的資料，以縮短開發時間。

- 在改善氣候資料庫方面，持續調整既有資料架構，優化資料接收、查詢、索取及系統管理功能，同時配合國外及本局模式開發時程，逐步介接氣候模式預報資料，計畫執行第1年預計介接國外多模式系集展期預報資料，第2年介接本局展期模式再預報資料，第3年介接國外多模式系集季節預報資料，第4年介接本局第2代大氣海洋耦合模式預報資料。
- 在擴充氣候監測預報作業輔助系統方面，計畫執行第1年進行臺灣氣候子系統改版，整合臺灣人工和自動氣象站查詢介面功能，第2年介接氣候研發團隊開發的夏季降水及冬季溫度季節預報指引，並設計氣候監測資訊系統雛型，第3年介接氣候研發團隊開發的夏季溫度季節預報指引，第4年設計氣候預報資訊系統雛型。
- 在強化颱風展期預報系統方面，計畫執行第1年導入颱風展期即時預報資訊，第2年導入經校正後的國外模式颱風展期預報資訊，第3年導入經校正後的國內模式颱風展期預報資訊，第4年將評估颱風系集預報技術，研究開發颱風展期預報實驗性產品之可行性。

(3) 發展季內至季節尺度預報

本分項工作為精進本局季內至季節尺度的預報技術，改善與發展現行本局2週以上的預報技術，進行季內尺度極端事件預報系統開發及發展災害性季節尺度預報產品，達到天氣至季內並擴及季節時間尺度的無縫隙預報，提高臺灣地區致災性的天氣與氣候事件（如梅雨、降水、高溫、低溫、颱風等）的預報能力、延長這些極端事件的預報時效，推擴氣象資訊在防災上的應用，達到降低災損提高氣象資訊的經濟價值。為了達到目標，以下就本分項工作之主要業務列出具體的執行方法說明。

A. 開發季內尺度極端事件預報系統

主要工作重點包括開發梅雨季週及特殊事件預報產品、開發極端事件預報系統和運用本局模式進行季內振盪的預報開發。

B. 發展災害性季節尺度預報產品

主要工作重點包括利用本局氣候模式預報開發及作業化物理概念統計預報模式、發展季節尺度極端氣候預警系統和運用創新的資料探勘技術發展氣候預報。

伍、期程與資源需求

一、 計畫期程

本計畫期程共計4年，期能在108年獲核准執行並能即時編製109年度概算，自109年至112年起依核撥預算逐年推動。本計畫訂定「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」，及「拓展氣象前瞻技術，連結國際」3大業務目標，以9個重點工作項目分年實施，期程規劃（甘特圖）如表11所示，各分項工作之期程規劃如表8、表9及表10。

表 11、本計畫期程規劃表（甘特圖）。

工作名稱		109 年度	110 年度	111 年度	112 年度
深化氣象 多元服務	深化在地氣象服務	*	*	*	*
	擴大災害防救應用	*	*	*	*
	提升多元跨域協作與經濟效益評析	*	*	*	*
促進智能 創新應用	打造氣象智能應用服務	*	*	*	*
	建構數位創新服務環境	*	*	*	*
	強化數位資訊基礎建設	*	*	*	*
拓展氣象 前瞻技術	提升定量氣象預報能力	*	*	*	*
	精進無縫隙氣象預報技術	*	*	*	*
	掌握氣候監測與預警能力	*	*	*	*

二、 所需資源說明

本計畫執行所需資源，包括本局自身投入參與計畫執行的人力以及需由政府支持提供的計畫執行經費，分別說明於下：

(一) 本局自身投入參與計畫執行的人力

本計畫於本局投入的人力以現有人員為主，採任務編組的方式，協調局內各相關

單位人員，進行各項技術發展與建置作業。相關人事經費支出已含括在本局運作經費內，不需額外計畫經費。本局自身投入參與計畫執行的人力詳如表12人力資源需求表。各年間所需人力約在73人年至76人年間，其中以精進無縫隙氣象預報技術所需人力最多。

表 12、計畫所需本局現有人力資源需求表（人年）。

工作名稱		109年度	110年度	111年度	112年度	合計
		總人力	總人力	總人力	總人力	
深化氣象多元服務	深化在地氣象服務	7.1	7.2	7.1	6.9	28.3
	擴大災害防救應用	3.5	3.5	3.5	3.5	14
	提升多元跨域協作與經濟效益評析	4.8	4.8	4.8	4.8	19.2
促進智能創新應用	打造氣象智能應用服務	5.5	5.5	5.5	5.5	22
	建構數位創新服務環境	5.3	7	6.3	5	23.6
	強化數位資訊基礎建設	1.0	4.7	4.6	4.7	19.5
拓展氣象前瞻技術	提升定量氣象預報能力	7.9	7.9	7.9	7.9	31.6
	精進無縫隙氣象預報技術	24.2	25.8	25.8	25.8	101.6
	掌握氣候監測與預警能力	9.7	9.7	8.7	8.7	36.8
年度合計		69	76.1	74.2	72.8	292.1

(二) 需政府支持提供的計畫執行經費：

本計畫全期4年所需總經費預估約為新臺幣29億9,799.1萬元，9大重點工作項目的經費規劃如下：

1. 深化在地氣象服務所需經費約為1億4,498.9萬元，
2. 擴大災害防救應用所需經費約為4,690萬元
3. 提升多元跨域協作與經濟效益評析所需經費約為2億6,543.6萬元
4. 打造氣象智能應用服務所需經費約為1億1,902萬元
5. 建構數位創新服務環境所需經費約為1億2,739.9萬元
6. 強化數位資訊基礎建設所需經費約為15億1,923萬元
7. 提升定量氣象預報能力所需經費約為1億9,806.4萬元

8. 精進無縫隙氣象預報技術所需經費約為4億2,278.1萬元

9. 掌握氣候監測與預警能力所需經費約為1億5,417.2萬元

其中強化數位資訊基礎建設，因需建置新一代高速運算電腦所需經費最多。

三、 經費需求（含分年經費）及與中程歲出概算額度配合情形

本計畫規劃執行期間為 109 至 112 年共計 4 年，所需經費約新臺幣 29 億 9,799.1 萬元，逐年經費需求與概算表依 9 個重點工作項目詳列如表 13。

本局於行政院 104 年 08 月 14 日院授主預彙字第 1040101715A 號核定「氣象資訊之智慧應用服務（I）」之 8 年期整體規劃構想，包含 105 至 112 年之整體規劃構想，並核定第 1 階段（105 至 108 年）之相關經費編列，第 2 階段（109 至 112 年）則未核定執行經費。本計畫係延續「氣象資訊之智慧應用服務（I）」之 8 年期整體規劃，主要分為兩部分，第一部分係以資訊系統軟體及相關作業科學技術發展為主，包括（1）國內委外建置，委託國內民間資訊廠商或學研機構，共同開發與建置本計畫所規劃之氣象與氣候相關資訊系統及軟體技術，並協助本局對引進自國外氣象單位之作業性軟體進行在地化，使其適用於臺灣地區運作。（2）國外系統引進及建置，透過外交途徑與國外政府氣象單位或先進科研機構簽訂合作協議，引進其建置成熟的氣象資訊系統及技術，並培育高級氣象科技人才。另包含軟體系統開發所需之儲存系統、伺服器、網路及資料儲存等基礎硬體設備之擴充、升級或汰換，以及邀請國外學者專家來局進行訓練講座之生活費及交通費，以利本局人員接受國外新知與相關資訊系統的技術轉移訓練。上述工作項目擬由本局申辦之科技計畫「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」下之科技預算經費編列，所需經費新臺幣 14 億 7,876.1 萬元，相關經費資源分析參見附錄六。

另，為持續提高模式預報準確度與精細度，以及建構安全無虞之 24 小時作業環境，本計畫下「強化數位資訊基礎建設」工作項目之相關工作，係以建置新一代高速運算

電腦與相關網路設施、儲存設備、電腦機房之電力及空調系統等設備之擴充、升級或汰換為主，同時包括本計畫所需之高速運算電腦維運費，關於本局高速運算電腦之使用現況與需求分析詳參本計畫書附錄一。其中各年度間以 110、111、112 年度所需經費最多，主要係建置新一代高速運算電腦所需，「強化數位資訊基礎建設」工作項目所需經費新臺幣 15 億 1,923 萬元，本經費擬額外請增科技預算額度，包括：110 年度 4 億 9,784 萬元、111 年度 5 億 2,934 萬元、112 年度 4 億 9,205 萬元。

本計畫依「資通安全責任等級分級辦法」，編列相關資安防護經費，以維持本局關鍵資訊基礎設施資安防護能量：109 年度「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」科技計畫經費部分，資訊總經費為 289,295 千元，資安經費為 27,191 千元，投入之資安經費約佔總資訊經費之 9.4%。本計畫 109 至 112 年 4 年平均之資安經費占總資訊經費比例為 8.4%。

本計畫資安經費之應用滿足「資安產業發展行動計畫」中，中長程個案計畫經費 10 億以上者，應提撥資安比例達 5%(含)之規定。另，涉及資通訊軟體採購部分，依據 108 年 4 月 18 日訂頒之「各機關對危害國家資通安全產品限制使用原則」落實辦理。委外廠商管理，則依據「資通安全管理法施行細則」第四條各款規定辦理，並導入「安全軟體發展生命週期(SSDLC)」管理機制。

表 13、本計畫分年經費需求總表。

單位：千元

工作名稱	預算科目	109 年	110 年	111 年	112 年	合計	經費來源
深化在地氣象服務	經常	339	500	500	500	1,839	科技預算
	資本	27,900	41,050	37,150	37,050	143,150	
	小計	28,239	41,550	37,650	37,550	144,989	
擴大災害防救應用	經常	1,200	1,200	1,200	1,200	4,800	科技預算
	資本	8,800	11,500	11,100	10,700	42,100	
	小計	10,000	12,700	12,300	11,900	46,900	
提升多元跨域協作與經濟效益評析	經常	4,000	3,500	4,000	4,000	15,500	科技預算
	資本	47,960	77,140	57,554	67,282	249,936	
	小計	51,960	80,640	61,554	71,282	265,436	
打造氣象智能應用服務	經常	6,600	7,350	6,200	5,700	25,850	科技預算
	資本	18,220	26,850	22,850	25,250	93,170	
	小計	24,820	34,200	29,050	30,950	119,020	
建構數位創新服務環境	經常	6,000	7,500	6,226	6,226	25,952	科技預算
	資本	19,981	34,181	30,990	16,295	101,447	
	小計	25,981	41,681	37,216	22,521	127,399	
強化數位資訊基礎建設	經常	0	93,840	89,840	118,550	302,230	額外請增科技預算
	資本	0	404,000	439,500	373,500	1,217,000	
	小計	0	497,840	529,340	492,050	1,519,230	
提升定量氣象預報能力	經常	2,000	2,300	2,000	2,000	8,300	科技預算
	資本	40,414	62,400	43,950	43,000	189,764	
	小計	42,414	64,700	45,950	45,000	198,064	
精進無縫隙氣象預報技術	經常	12,900	13,900	13,800	13,700	54,300	科技預算
	資本	66,509	114,925	91,125	95,922	368,481	
	小計	79,409	128,825	104,925	109,622	422,781	
掌握氣候監測與預警能力	經常	400	300	300	300	1,300	科技預算
	資本	30,572	45,100	38,600	38,600	152,872	
	小計	30,972	45,400	38,900	38,900	154,172	
強化數位資訊基礎建設額外請增之科技預算	經常	0	93,840	89,840	118,550	302,230	
	資本	0	404,000	439,500	373,500	1,217,000	
	小計	0	497,840	529,340	492,050	1,519,230	
氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新編列之科技預算	經常	33,439	36,550	34,226	33,626	137,841	
	資本	260,356	413,146	333,319	334,099	1,340,920	
	小計	293,795	449,696	367,545	367,725	1,478,761	
年度合計	經常	33,439	130,390	124,066	152,176	440,071	
	資本	260,356	817,146	772,819	707,599	2,557,920	
	小計	293,795	947,536	896,885	859,775	2,997,991	

備註：預算來源擬由科技預算經費支應。

四、 經費來源及計算基準

(一) 經費來源

本局自民國72年起執行一系列的氣象作業現代化發展主軸計畫，均以採購高速運算電腦為核心投資之一，其中第1期至第5期均由公共建設經費支應，目前正在執行之「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」（105至108年）為第6期第1階段的主軸計畫，係屬科技發展計畫（資通電子群組），原提報科技部為2階段共8年期計畫，後經核定先執行第1階段的4年計畫，將於108年執行完畢。本局承續「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」科技計畫，提出「氣象資訊之智慧應用服務計畫（Ⅱ）-數位創新（109至112年）」，擬延續申請科技發展計畫的經費支持。

本局目前使用之高速運算電腦係於104年以第5期主軸計畫「災害性天氣監測與預報作業建置計畫」之公共建設預算建置，第6期第1階段科技計畫之科技預算有限，僅能進行小規模之高速運算電腦和周邊系統擴充，實不足以採購業務所需的運算資源需求（詳附錄一）。

由於科技計畫預算有固定的申請額度，本局在「氣象資訊之智慧應用服務計畫（Ⅱ）-數位創新（109至112年）」之科技預算額度仍不足以在第2階段的計畫中採購適量的高速運算電腦。至110年目前使用的富士通高速電腦使用將達7年，其系統將因長年使用而降低穩定性與可用性，並導致維運成本的增加，同時也無法因應新一代預報模式的計算需求，影響數值天氣預報作業系統發展的進程，而無法提供各界所需的更精緻、更精確的預報產品。

綜上，本局考量新世代政府及社會對氣象資訊更精細、更即時、更全面的需求，由於現行科技計畫經費額度的限制，無法含納完整工作規劃的經費需求，本計畫中重點工作項目「強化數位資訊基礎建設」主要是基礎資訊設備建置，包括高速運算電腦、大量資料處理系統和高速網路設備等，擬額外請增科技預算額度支應，所需經費合

計15億1,923萬元，經常門為3億223萬元，資本門為12億1,700萬元，經資比為0.248。

其餘各重點工作項目主要以滿足新世代的政府和社會需求，進行氣象測報科技研發、應用服務和作業支援資訊系統發展為主，擬由本局申辦之科技計畫「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」下之科技預算經費編列，所需經費合計14億7,876.1萬元，經常門為1億3,784.1萬元，資本門為13億4,092萬元，經資比為0.103。

總計表13，本計畫4年總經費為29億9,799.1萬元，經常門為4億4,007.1萬元，資本門為25億5,792萬元，經資比為0.172，符合「政府公共建設計畫先期作業實施要點」中計畫總經費經常門和資本門比例1比2之限制規定。

(二) 計算基準

9個重點工作項目工作的進行以本局人力為主，本局人力不足部分輔以國內資訊廠商委外開發建置，並且進行各項技術轉移，部分工作須採與國外專家團隊合作、派員赴國內外訓練，或以邀請具國際聲譽的國際學者專家來局的方式進行。

工作人員職稱	每月直接薪資計費要項				人月數(e)	直接薪資(不含非經常性給與之獎金)(f=a*(1+c+d)*e)	直接薪資(g=(a*(1+c+d)+b)*e)
	實際薪資(a)	非經常性給與之獎金(b)	工作人員不扣薪假與特別休假之薪資費用之比率(c)	雇主負擔之勞工保險費、積欠工資墊償基金提繳費、全民健康保險費、勞工退休金等之比			
系統分析師	65,000	2,448	16%	18.0155%	0.33	28,746	29,554
程式設計師	61,349	2,844	16%	18.0155%	0.67	55,086	56,991
直接薪資小計(h=g)					1.00	83,832	86,545
管理費用(i=f*管理費率)				(管理費率	90%)		75,449
公費(j=(f+i)*公費費率))				(公費費率	15%)		23,892
其他直接費用(k)							-
總費用(未稅)(l=h+i+j+k)							185,886
營業稅(m=l*稅率)				(稅率	0%)		-
總費用(含稅)(n=l+m)							185,886

1. 國內資訊廠商委外開發建置部分，經費的估算方式是由本局評估需委外工作項目的人力需求，並據以換算為所需的委外計畫經費，計算方式係依據行政院主

計總處發布最新之「資訊服務委外經費估算原則」（107.8修訂），並參照政府採購法子法「機關委託資訊服務廠商評選及計費辦法」第16條「服務成本加公費法」估算服務費用。實際薪資及非經常性給與之獎金，係參照勞動部106年「職類別薪資調查動態查詢」（網址：https://pswst.mol.gov.tw/psdn/）結果，分別以【資訊及通訊傳播業】之【電腦系統設計服務業】之【經常薪資】、【非經常薪資】估算。其中「資訊系統分析及設計師」占1/3，「軟體開發及程式設計師」占2/3，估算每人年約200萬元，說明如上表；預估每人月為新臺幣185,886元，每人年為新臺幣185,886元 x 12 = 2,230,632元，本計畫以每人年約為200萬元估算。

2. 本局與國外（目前的合作對象大多為美國）政府單位或先進科研機構間建立系統移轉的工作協議，其計費方式如下：

(1). 政府單位

以政府單位內同等職級人的薪資為基礎，並加上其單位內的設施使用與管理成本計算。此處以本局與美國NOAA/GSD間的技術轉移工作為標準進行計算。美國政府人員薪資分為15等，每等再分10級，美國NOAA/GSD資深技術人員的薪資等級多在GS12至GS13之間，此處取其第6級的平均，依美國聯邦政府人事管理網站公布其民國107年的人員年薪表（網址 https://www.opm.gov/policy-data-oversight/pay-leave/salaries-wages/salary-tables/pdf/2018/DEN.pdf），計算平均薪資約為10萬1千美元，並依美NOAA/GSD 對外服務的管理成本加成比率為1.5，總合計算並換算為新臺幣，計得約每人年新臺幣750萬元。其詳細資料如下：

[93,099(GS12-6)+110,706(GS13-6)]/2=101,903(平均薪資)，

101,903*(1+1.5)* 30(兌換率)=7,642,725，約新臺幣750萬元。

(2). 專業學術研究機構或民間科研機構

美國政府一如世界上其他各國政府，中高階政府人員的薪資均低於民間同級人員的薪資，以美國GS等級為例：其GS13等級的薪資僅相當於民間學校講師，或研究機構副研究員（資淺科學家）的薪資；其GS14等級的薪資相當於民間學校副教授，或研究機構科學家的薪資；其GS15等級的薪資相當於民間學校教授，或研究機構資深科學家的薪資；至於民間學校資深教授或研究機構主力科學家的薪資，則又在GS15之上。由於在本計畫中，本局所希望委託的專業學研機構或聘請諮詢顧問的對象，其資格平均需為副教授及科學家的等級，因而此處以美國政府公布GS14第6級的平均，約13萬美元為其薪資計算基礎，並依一般民間研究機構管理成本加成比率為1，總合計算並換算為新臺幣，可得約每人年新臺幣750萬元。其計算過程如下：

130,821(GS14-6)* (1 + 1) * 30(兌換率) = 7,849,260，約新臺幣750萬元。

3. 部分經費則用於採購所需之資訊硬體設備，包括採購數值模式運算伺服器、前、後處理程序之伺服主機、應用系統作業主機、磁碟陣列模組及其他儲存設備等。本計畫所採購之硬體設備項目與分析，詳見本計畫書附錄七。。

陸、預期效果及影響

過去20餘年來，本局從各式觀測系統，如衛星資料接收處理系統、自動觀測與雨量站網、雷達觀測網等之的建立與強化，到投入執行一系列公共建設計畫進行各項新興業務之推動與發展，促使本局不論是在氣象觀測或預報方面都能不斷的進步，持續擴增業務能力及服務事項，滿足隨國家社經發展過程中政府與民眾不斷提出的各式的需要。氣象測報資訊，不但是民眾重視的生活訊息，也是政府在防災以及其它施政上相當重要的參考依據，本計畫各項工作若能順利執行，我們預期能在提升我國之氣象作業能力、拓展氣象服務領域、減少氣象災害損失、發揮氣象應用經濟效益、促進氣象科技發展以及提升國際地位等方面均能獲得實效。

本局推動執行此「氣象資訊之智慧應用計畫」為依循「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」之整體規劃，延續第1階段智慧應用概念，本計畫規劃以4年期程達成數位創新之服務提升目標，訂定「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」，以及「拓展氣象前瞻技術，連結國際」3項主要業務目標，以9個重點工作項目工作落實「建立以人為本之數位創新科技，精進定量氣象預報能力，達到更快、更即時、更全面的全方位氣象服務」的計畫願景。

本計畫同時考慮本局正執行之相關計畫，妥善規劃本計畫與其他計畫如「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」、「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」、「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」、「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」和「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」間之關連或區隔，其等或為上下游關係，或為互補關係。

本計畫的預期成果及影響如下。

一、 深化氣象多元服務，連結在地

因應在地需求，深化氣象多元服務，期以使用者經驗導向之互動式網頁貼近民眾對氣象服務的需求，及運用衛星觀測回應環境監測與航空氣象應用之需求。持續以跨平台與模組化之新一代劇烈天氣監測系統及預警平台，提供因區制宜和客製化需求之氣象防災預警服務。並建立氣象應用服務經濟效益之評估基線，據以引導跨域應用之決策指標，詳細各分項工作之預期成果、預期效益及影響如表14與表15。

(一) 預期成果

表 14、深化氣象多元服務預期成果。

工作項目	預期成果
深化在地氣象服務	1.推展生活氣象資訊服務 ● 開發使用者經驗導向互動式網頁，完成經驗互動式全球資訊網與網頁技術和軟體效能提升。 ● 完成**Android及IOS版本**氣象語音查詢多元服務系統。 ● 行動載具生活氣象服務（App）下載人次達到 300 萬。 ● 深化氣象科普數位教育，完成科普網平台效能提升及強化後台管理功能，新增科普小博士認證機制。 ● 發展創新智慧氣象應用服務，創新智慧應用服務之可行性瞭解和規劃。 2. 深化高解析度衛星資料之應用服務 ● 網格化空氣污染物與臭氧總量分布系統：預計 2 年內完成建立地面氣溶膠觀測網（AERONET）資料與物聯網觀測 PM2.5 濃度、大氣中微量氣體的資料集。4 年內逐年改善網格化空氣品質產品，能夠穩定且及時產出衛星反演大範圍且高空間解析度之網格化氣溶膠光學厚度、氣溶膠種類、懸浮微粒 PM2.5 濃度與大氣汙染物分布之。 ● 積冰與亂流警示系統：預期 2 年內完成產製全天飛機機身可能結冰的產品。4 年內完成產製晴空亂流、強對流導致亂流與山嶽波的亂流之飛航安全。 ● 網格化海溫及海洋表面流資料分析系統：預期 2 年內完成單變數資料同化技術開發及其即時分析作業系統的建置，產製

工作項目	預期成果
	初級的網格化海溫及海洋表面流即時監測分析資訊。4 年內完成網格化海溫歷史分析資料輸出及產製即時海溫距平分析產品，並完成雙變數的 3 維或 4 維變分資料同化技術開發與初步測試。 ● 衛星植被指數資料之陸地環境監測系統：預期 2 年內完成綠色葉綠素指數產品產製流程開發，4 年內完成結構敏感指數、標準化燃燒比例產製流程建立。
擴大災害防救應用	1.強化新一代劇烈天氣監測系統 ● 強化新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）顯示與警示功能，開發 QPEplus 高公局、臺灣港務公司、空勤總隊、海巡署、海軍大氣海洋局、桃園機場、臺北市、新北市、桃園市、臺東縣、臺南市等 10 餘個客製化系統，全面化取代 QPESUMS 上線服務。發展「隨手畫」資料顯示功能，提供執行救災（難）業務之客製化單位，進行臨時性任務時所需之海氣象資料查詢。 ● 於「中央氣象局 Q-劇烈天氣監測系統 QPESUMS」App 新增主動推播客製化單位所需之即時性海氣象警示資訊。 2.強化氣象預警服務整合平台 ● 強化災害天氣即時通報推播服務，完成可依災害性天氣類型及關注區域進行的媒合發布第 2 代災害性天氣簡訊發布系統。並建置具 AI 技術之社群即時通訊客製智慧天氣詢答服務。 ● 精進海面天氣無線電廣播服務方面，提供臺灣近海 3 分區之客製化海面天氣預報之 DSB 無線電廣播服務。 ● 拓展客製化氣象資訊聚合服務系統，新增平台可用之第三方氣象跨域應用程式達 12 種使用客戶增加至 26 個單位。提供中央、地方防災單位及重大民生相關國營事業網頁應用程式數量增加 12 種。

工作項目	預期成果
提升多元跨域協作與經濟效益評析	1.精進多元氣象開放協作環境 ● 擴大氣象資料開放及供應服務，發展鏈結開放資料，提供跨機關及跨領域之資料服務，強化氣象開放資料平台，建立民間回饋機制，加強與民間產業之交流、資源彙集及成果回饋。 ● 優化氣象隨選服務，增加資料的豐富度，提供「氣象超精選」多樣性整合服務、「氣象導航員」結合交通運輸跨領域資料呈現，提升整體氣象服務水平，依使用者行為分析與資料的開放性，提供智能推薦之智慧服務，以及指標性事件之複合式服務。 2.拓展氣象跨域應用服務 ● 拓展氣象跨域應用服務，開發跨域合作產品，並建立決策支援之參考指標（數），以強化政府即時決策支援資訊及氣象風險規避，提升政府決策品質，並降低防災成本，落實人民有感之施政目標。 3.評析氣象應用服務之社會經濟效益 ● 建構公眾於氣象應用服務之社會經濟效益評估模式，建立全國氣象應用服務經濟效益之評估基線。 ● 研提觀光領域之氣象跨領域應用服務需求及潛在經濟效益分析，及公眾運輸領域之氣象跨領域應用服務需求及潛在經濟效益分析。

(二) 預期效益及影響

表 15、深化氣象多元服務預期效益及影響。

工作項目	預期效益及影響
深化在地氣象服務	1. 推展生活氣象資訊服務 ● 開發使用者經驗導向互動式網頁，完成經驗互動式全球資訊網，具分眾性和便民性 ● 利用語音辨識技術強化互動式行動 App 多元服務功能，行動服務載具下載人次達到 300 萬。 ● 深化氣象科普數位教育，開發科普後台管理平台，建置科普小博士認證功能，預期透過成功的科普教育和訊息的即時推播而減少面對災變天氣時生命財產的損失。

工作項目	預期效益及影響
	2. 深化高解析度衛星資料之應用服務 ● 透過新式衛星遙測演算法，產製各項環境分析與監測產品，深化政府資料治理及開放資料整合應用，強化跨域整合運作。 ● 提供衛星反演大範圍且細緻之氣溶膠光學厚度、氣溶膠種類、懸浮微粒 PM2.5 濃度與大氣汙染物分布，支援環保署空氣品質監測與預報作業。 ● 提供全天飛機積冰與大氣亂流警示產品，供民航單位與大眾參用，開創多元化生活氣象資訊及傳播服務。 ● 提供網格化海溫距平與海洋表面流產品，協同海洋永續經營與海域安全的服務；同時導入資料同化方法，改善衛星產品涵蓋面不足問題，進一步提供氣候數值模式同化海溫資料所需，並提升氣候變遷監測能力。 ● 提供衛星植被指數相關產品：透過綠色葉綠素指數及結構敏感指數有助農作物與森林生長劣化的監測；標準化燃燒比例產品則可針對目前日益增加的極端氣候事件發生有較詳細的了解。
擴大災害防救應用	1.強化新一代劇烈天氣監測系統 ● 以可跨瀏覽器且具模組化之 QPEplus 取代現有 QPESUMS 系統，進行防災客製化資訊服務，以更方便之使用方式提供更多元的海氣象監測與預報資訊及產品，提升本局海氣象資訊於防救災決策之應用效能。 ● 新發展之「隨手畫」資料顯示功能，將有助於如內政部空勤總隊、海委會海巡署等救災（難）單位執行臨時性勤務時，查詢即時海氣象資料時使用，以增進其取得海氣象資訊之效率。 ● 透由「中央氣象局 Q-劇烈天氣監測系統 QPESUMS」App 主動推播防災客製化警示資訊予相關單位，可加速警示資訊之傳遞效率，有助於防救災行動的執行。 2.強化氣象預警服務整合平台 ● 災害天氣即時通報/推播服務，增強簡訊受供對象之需求針對準確性，降低無用簡訊發送量達 75%，降低成本達 25%，提升發送效率。智慧天氣答詢服務可同時服務 500（以上）人。 ● 海面作業船隻透過本局海面天氣無線電服務取得所需資訊之速度提升 50%以上。 ● 客製化氣象資訊聚合服務平台持續增加無償服務之中央、地

工作項目	預期效益及影響
	方防災單位及重大民生相關國營事業數量達 26 個以上，供其作為業務氣象跨域防救減災情資研判使用。 ● 透過黑客松活動，推廣平台的協作共享理念，並擷取民間跨域開發成果轉化為平台之客製化服務，每年上線服務之民間協力開發功能年增率 3 個以上。
提升多元跨域協作與經濟效益評析	1.精進多元氣象開放協作環境 ● 發展鏈結開放資料，連結外部資料至少 5 項，以利氣象開放資料之跨域創新應用，有助於民間各界利用資料產生智慧化服務，進而以資料驅動智慧治理。 ● 氣象隨選服務結合跨領域資料呈現與提供多樣性整合服務，同時新增氣象資料智能推薦服務，精準掌握不同族群的需求，主動分類、預測、推送最符合使用者需求的創新個人化功能，提供有溫度的貼心氣象服務。 2.拓展氣象跨域應用服務 ● 建置氣象跨域應用平台並推廣使用，便利其他領域運用氣象資訊；至 112 年累積達 5 個領域。 3.評析氣象應用服務之社會經濟效益 ● 建立氣象應用服務於家計部門之經濟價值評估指標，完成全國氣象服務規劃與資源投入之參考基線數據，以作為政府部門制訂氣象應用服務投資決策之參據。 ● 強化氣象應用服務於觀光領域之應用價值以及創新氣象應用服務可能造成的潛在社會經濟效益，及氣象應用服務於公眾運輸領域之應用價值以及創新氣象應用服務可能造成的潛在社會經濟效益。

二、 促進智能創新應用，連結未來

用創新科技，開發智能應用，引進機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，提升氣象產業服務。並以巨量資料整合服務平台提供氣象資料探勘、大數據分析和資料共享服務，發展智慧洽公環境和數位導覽平台，達到政府數位服務轉型之目的。基於本局計畫執行所需於基礎設備上擴建本局無線通訊網路基礎建設之涵蓋率達100%，引進運算量達10 PFlops以上之京（10^{16}

PFlops）等級高速運算電腦，滿足更高解析度數值預報系統發展需求，詳細各分項工作之預期成果、預期效益及影響如表16與表17。

(一) 預期成果

表 16、促進智能創新應用預期成果。

工作項目	預期成果
打造氣象智能應用服務	1. 建置氣象史料跨域重現資訊系統 ● 完成雨量、風速自記資料智慧辨識技術開發及自動化重建系統。 ● 建立雨量、風速共 30 萬幅歷史自記資料的圖像與高解析重建數據資料庫。 ● 完成雨量、風速歷史自記資料重建查詢資訊系統。 ● 完成臺灣極端氣象事件跨域史料研究，包含50個歷史天氣或重大氣象災害事件。 ● 完成極端氣象事件史料應用交流知識庫及查詢資訊系統。 2.連結智慧城市與產業打造氣象加值服務 ● 促進地方政府跨域應用，結合地方需求、場域資源，建置智慧應用服務之涵蓋率，強化中央與地方政府密切合作。完備應用介面，進而有效強化應用發展之資料鏈結程度。 ● 促進產業跨域應用，推動產業溝通與合作，提升未來應用服務擴散效益。藉由氣象應用服務的推動與導入，帶動跨業合作並促進產業特色發展，進而推廣產業與氣象資源整合，促進產業發展趨動力。 3.導入人工智慧與智慧學習發展模式加值產品 ● 產出人工智慧及機器學習之短延時定量降水預報技術產品。 ● 產出人工智慧及機器學習之溫度及風速及雨量預報之偏差修正技術產品。 ● 產出人工智慧及機器學習之空氣品質預報產品。 ● 產出太陽輻射、日照量與雲量預報技術產品。
建構數位創新服務環境	1.打造巨量資料整合服務平台 ● 蒐集橫向及縱向相關資料，完成氣象巨量資料整合服務平台建置。 ● 運用巨量資料分析技術，發掘潛在趨勢、 樣態和關聯，提升氣象資料之運用。

工作項目	預期成果
	2.發展數位創新服務 ● 建置氣象局數位導覽平台，提供氣象站自行維運。 ● 建置本局雲端應用服務平台，發展智慧化訪客服務，提供線上登記、導引、業務說明等多項數位化資訊即時整合服務。 ● 建構資訊設備物聯網管理服務，以主動式物聯網環境，進行自動化盤點，並即時控管設備進出，以智能的科技服務，提升管理效率，避免人為疏忽造成財物損失。 3.建立智慧型數值作業中心 ● 拓展智慧型監控管理系統，資訊設備及核心作業應用系統導入監控，確保中心整體作業之高可用性；蒐集 4 大監控資料進行分析，增加管理效能，提升維運人員作業效率，並可提供重要資訊與分析協助決策。 ● 優化全面性事件關聯影響分析，建立系統關聯性，加速掌握事件衝擊範圍與回應速度。強化智慧型監控事件分析管理機制，提高事件處理程序建議之準確度。 ● 運用人工智慧技術建立自動預測與決策建議服務，建構預測模型，自動建立效能基線降低人為訓練比例。建立多指標關聯模型，學習不同效能基線關聯預測並主動規避風險。 ● 完成數位化門禁管理系統，可自動控管無人機房人員進出。
強化數位資訊基礎建設	1.整合通訊多元服務 ● 建構高效能具作業彈性的通訊作業環境，逐年更換可支援高速網路的新型設備，並完成高效能與高彈性的資通訊技術評估，來快速因應氣象資訊作業需求。 ● 建置整合式機器智能圖像化維運中控，利用整合式機器智能圖像化維運中控，提供自動化管理與監控平臺，節省維運與監控人力負荷。 ● 運用人工智慧提升告警與預警能力，從過往的數據和經驗建立告警與預警準則，在網路作業異常前發出通知，以便早期處置。 ● 完備無縫接軌自動化異地備援，善用本局或其他機關資源，建置零時差的自動化無縫接軌備援環境。 ● 強化新型態資安防禦能力，引進新型態資安防禦產品與技術，確保本局氣象資訊服務能在安全的網路環境下運件。 2.擴增大量資料儲存量能與建置下一代高速運算電腦 ● 建置異地備份可用硬碟容量 150 TB。

工作項目	預期成果
	● 擴充大量資料儲存系統磁帶櫃 5 櫃，擴充大量資料儲存系統總儲存空間至 100 PB。 ● 高速運算電腦規劃、採購、建置與維運管理，預期可提供充足的作業與研究資訊環境，系統可使用率達到 99%以上。 3.智慧型管理與安全穩定的機電環境 ● 改善電力設備，增加 UPS 供電量 225 KVA，增加迴路供電 625 KVA。預計汰換 16 個變壓器，每一個變壓器減少電量耗損率 2%以上。汰換舊式發電機，提供更穩定、安全之緊急供電，並減少發電機運轉油耗及空汙排放問題。 ● 改善空調設備，強化機房及資訊大樓冰水機系統之備援機制，汰換老舊冰水主機，提升運作效能，減少耗電量 7 KW 以上。 ● 強化基礎設施管理功能，除有效監控環境設施與 IT 相關設備如伺服器、儲存設備並通過資料的彙整與分析，有效掌握機房中的基礎設施運行狀況，進行資源動態調節功能，以提升整體運營效率。

(二) 預期效益及影響

表 17、促進智能創新應用預期效益及影響。

工作項目	預期效益及影響
打造氣象智能應用服務	1. 建置氣象史料跨域重現資訊系統 ● 開發人工智慧資訊技術於氣象資料重建的應用。 ● 改善雨量、風速氣候資料解析度，由目前以「時」為單位的氣候資料庫，提升至以「分」為單位的重建氣候資料庫，提供氣候變遷、極端天氣研究之基礎背景資料。 ● 完成本局雨量、風速共 30 萬幅歷史自記資料的數位保存與活化，發揮歷史自記資料的最大效益。 ● 結合多元文史資料，開拓氣象史料跨域應用，共享珍貴史料資源，拓展科學文化研究。 ● 透過在地的歷史極端天氣和重大氣象災害事件研究，深化臺灣本土的極端氣象跨域知識，提升在地氣象服務量能。 2.連結智慧城市與產業打造氣象加值服務 ● 推動產業、地方之溝通與合作，提升未來應用服擴散效益。

工作項目	預期效益及影響
	至 112 年累積使用智慧應用服務規劃 2,000 人次，帶動氣象資訊產業化效益。 ● 至 112 年累積使用智慧應用服務涵蓋 3 縣市，提高建置智慧應用服務之縣市涵蓋率。 3.導入人工智慧與智慧學習發展模式加值產品 ● 新增人工智慧及機器學習之短延時定量降水預報技術產品，提升定量降水預報能力。 ● 新增人工智慧及機器學習之溫度及風速及雨量預報之偏差修正技術產品，提供更準確的預報及延伸應用。 ● 新增人工智慧及機器學習之空氣品質預報產品，延伸數值天氣預報模式在空氣品質預報中的應用價值。 ● 新增太陽輻射、日照量與雲量預報技術產品，延伸數值天氣預報模式在太陽輻射、日照量與雲量預報的應用價值。
建構數位創新服務環境	1.打造巨量資料整合服務平台 ● 強化行政效率，提供本局各機關共通之資料交換機制，讓各中心可以藉此機制，達到資料共享機制。透過資通訊技術，整合資訊資源與流程、提供創新服務，並進一步提升本局資料管理的效率與效能。 ● 活化資訊運用，運用巨量資料分析技術，發掘潛在趨勢、樣態和關聯，提升氣象資料之運用。 ● 提升使用滿意度，引進智能推薦，縮短資料查詢時間與強化資料供應效能。 2.發展數位創新服務 ● 第 2 年建構氣象測站數位導覽，滿意度達 90%以上。 ● 使用智慧型便民服務之民眾，滿意度達 90%以上。 ● 資訊設備聯網服務預計減紙比率達 80%，盤點與管理時間節省 70%。 3.建立智慧型數值作業中心 ● 拓展智慧型監控管理系統，蒐集 4 大監控資料進行分析，增加管理效能，提升維運人員作業效率，並可提供重要資訊與分析協助決策。 ● 優化全面性事件關聯影響分析，建立事件關聯影響分析，即時取得事件影響範圍，全線（end-to-end）即時的監控，提升服務管理品質。 ● 運用人工智慧技術建立自動預測與決策建議服務，化被動為

工作項目	預期效益及影響
	主動，問題發生之前進行預測，主動規避風險。主動預測效能瓶頸，確保可用性達 99%以上，減少 1/3 監控作業人力。 ● 建立數位化門禁管理，以最少的人力進行最有效的門禁管理作業，確保作業區域的安全性。
強化數位資訊基礎建設	1.整合通訊多元服務 ● 提供高彈性具快速動態資源調整能力的網路作業環境，於最短時間內佈署氣象資訊服務所需資源，提升網路服務效能。 ● 提供維運或監控人員智慧型視覺化中控平臺，以期能於最短時間進行異常處理或應變。 ● 利用機器深度學習模式，提升告警與預警能力，達成網路服務真正零中斷目標。提供零時差的自動化無縫接軌，確保對外服務不中斷，爭取對內障礙排除時效。 ● 提升對新型態資安威脅的防禦能力，確保本局氣象資訊服務運作環境安全。 2.擴增大量資料儲存量能與建置下一代高速運算電腦 ● 建置異地備份之儲存空間，提供全局至少 30 個作業系統重要資料異地備份儲存。 ● 擴充大量資料儲存空間至 100 PB，以滿足未來內部氣象作業資料儲存及對外氣象資訊服務成長需求;減少全局儲存設備維護及管理之人力 1 人年。 ● 高速運算電腦規劃、採購、建置與維運管理，預期可提供充足的作業與研究資訊環境。 3.智慧型管理與安全穩定的機電環境 ● 改善電力設備，提升電力設備效能，減少耗電量，增加 UPS 供電量，提供更穩定、安全、可靠之電力設備。 ● 預計採用磁浮式冰水機取代已使用超過 30 年的舊冰機，磁浮式冰水主機與同製冷量的冰水機耗電量減少 15%以上。未來此冰水機同時扮演機房冰水機的備援外，並且作為資訊大樓中央空調冰水主機的備援，強化備援機制，提高空調系統的可用性。 ● 強化基礎設施管理功能，單一管理平台同時管理環境設施及 IT 相關設備（如伺服器、儲存設備和交換機），並透由監控、管理、自動化、優化以及容量規劃和預算規劃等功能，改善能源使用效能和整體營運效率。

三、 拓展氣象前瞻技術，連結國際

拓展氣象前瞻技術，連結國際，全面提升各式預報產品之精細度和預報時效，以擴展氣象預報資訊之全面應用，例如延長120小時颱風及24小時熱帶性低氣壓路徑預報時效至168小時，對民眾提供之每3小時鄉鎮天氣預報時效由48小時延長至120小時，並延長每12小時鄉鎮天氣預報時效由168小時至240小時，新增264小時至336小時逐日之鄉鎮天氣預報，颱風風雨預報分區由縣市至鄉鎮，網格預報解析度從原先2.5公里網格空間提升至1公里等。並建立與國際同步之前瞻數值模式技術，推升與深化國內產學研各界之大氣研發能力，颱風路徑預報準確度提升8%以上，參與國際模式研發與應用社群，提升國際能見度。於氣候監測方向規畫提升無人機、大氣輻射與背景大氣觀測能量水準，完成極端高、低溫、降水指數和梅雨季極端降雨事件頻率、季節尺度極端高溫預報指引，與國際短期氣候先進預報技術接軌，提供從即時到季節尺度之預報資訊，扣合政府、社會、民眾和產業等全方位的氣象需求，詳細各分項工作之預期成果、預期效益及影響如表18與表19。

(一) 預期成果

表 18、拓展氣象前瞻技術預期成果。

工作項目	預期成果
提升定量氣象預報能力	1.強化颱風預報作業輔助系統 ● 引進機器學習文字探勘技術強化颱風警報編輯模組，提升發布作業效率，未來將由縣市尺度的風雨機率預報細緻至鄉鎮尺度，提供更定量之災害風雨預報，以助於預報決策人員及防災單位即時掌握情資。 ● 強化颱風風雨預報校驗模組，提供預報決策人員更完整、全面之預報。 ● 現行 120 小時颱風和 24 小時熱帶低壓路徑預報時效延長至 168 小時，發展颱風強度機率預報時效至 120 小時，以增加災害性天氣的防災準備時間。 2.強化精緻化預報作業系統 ● 提供多樣性鄉鎮天氣預報輔助工具，使能完整整合預報資訊

工作項目	預期成果
	與決策系統，在提高解析度至 1 公里後，能提供更精緻的天氣預報資訊，延長定量降雨預報時效至 72 小時。 ● 每 3 小時鄉鎮天氣預報時效由 48 小時延長至 120 小時；每 12 小時鄉鎮天氣預報時效由 168 小時延長至 240 小時;新增 264 小時至 336 小時逐日之鄉鎮天氣預報產品。 ● 強化災害性天氣特報與開發即時預報輔助工具，建立 0 至 6 小時即時天氣預報流程，產製溫度、天氣變化、及定量降雨預報資料等預報產品；颱風警報及熱帶性低氣壓特報發布期間，提高定量降雨預報發布頻率至 3 小時，災害性天氣特報發布至鄉鎮尺度。 3.強化預報決策輔助工具 ● 移植美方水文（Hydro）顯示介面，完成水文顯示（Hydro）的本土化與客製化移植，提供預報員更完整的操作環境，讓預報員針對同一資料源，可利用不同層面的顯示方式來進行交叉比對。 ● 導入美方危害性天氣警示服務（Hazard Services），完成美方危害性天氣警示服務導入，提升對劇烈天氣的警示與監測能力，即時發布警特報以爭取因應時效。 ● 建置新一代天氣圖編輯系統（New-WCE），藉由臺美雙方合作發展的模式，建置同時符合臺美雙方需求的新系統，有效縮短新一代系統的發展時程。
精進無縫隙氣象預報技術	1.發展2至4週動力統計預報 ● 多變量統計後處理系統之研發與建置，提供臺灣地區測站點與高解析格點之3至4週週平均溫度機率預報與極端高/低溫事件之機率預報。 ● 透過遙相關概念利用大尺度指標進行動力統計預報，提供臺灣地區 3 至 4 週區域累積降雨之三分類機率預報以及極端降雨事件之機率預報。 ● 決策支援系統之建置，可針對極端天氣事件（寒流、熱浪、豪大雨等）提供決策建議，以使決策者做出最佳決策，得到最大的經濟效益。 2.改進全球天氣與氣候預報模式系統 ● 全球天氣預報系統將完成新一代 13 公里以之下全球天氣預報系統原型，並在新一代全球預報模式中新增臺灣區域巢狀網格預報模式。至少舉辦 2 次有關 FV3-GFS 的國際研討會，

工作項目	預期成果
	及有關 FV3-GFS 的研究報告至少每年 2 篇。 ● 於動力統計氣候預報系統，將完成一步法全球海氣耦合氣候預報模式（T239+MOM5）之建置與測試，及過去 30 年耦合模式的事後預報資料庫，並完成統計降尺度系統，及每年至少 1 篇的研究報告及研討會論文。 ● 於動力降尺度預報系統，完成新一代全球 25 公里以下區域 15 公里以下之統合預報模式系統，和至少過去 10 年以上的區域氣候模式事後預報資料庫。 ● 於海流資料同化與波浪大氣耦合模式系統，完成海流觀測資料品管方法與資料同化模組建置，更新海流預報作業系統。可將最小解析度提升至 300 公尺，預報時間延長至 144 小時。並完成波流耦合模式建置，新增突發性大浪（異常波浪）預報產品，完成新一代區域波浪、海洋與大氣耦合系統規劃報告。 3.強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 強化區域同化系統，同化包含福衛七號、向日葵八號在內之巨量新格式之觀測衛星資料，並且對其影響有影響評估。搭配決定性預報解析度的提升，發展解析度相當之對流尺度的同化系統，且能適切同化臺灣本土資料的密集觀測，達到對對流尺度分析場更完整適切的描述 ● 改善區域預報模式，決定性數值模式預報能提升至最高解析度 1 公里，垂直層數則提升至 60 至 70 層以上，得列國際水平。 ● 區域系集預報系統之發展與運用，系集成員數提升達一天 120 組，垂直解析度推升至 60 層以上。產出具有預報與防災參考價值且易解讀的加值應用產品達 5 種以上。 ● 強化煙流擴散模式在火山灰影響之評估，完成火山灰影響評估資訊系統的建置，以做為我國對於境內外火山爆發事故時，火山灰影響評估的重要參考依據。 ● 強化氣象資料接收處理供應作業，增加國際氣象資料取得、提升網路頻寬或尋求替代方案以有效率取得資料，且每年增加提供新種類或新格式資料，及完成服務盤點並確定服務管理方案。 ● 強化數值天氣預報控制作業，精進和強化控制系統，增加處理業務擴充的負載能力，及強化巨量產品產製資訊提供，達

工作項目	預期成果
	成較佳的使用者服務，以優化的上線管理系統，調整上線流程，縮短工作時程，提升上線效率。 ● 強化填繪圖作業，系統維運流暢化、繪圖效率提高，即時產出圖型產品供應下游，及圖形產品精緻化，滿足各下游使用者的需求。
掌握氣候監測與預警能力	1.活化在地氣象資訊應用 ● 建置標準大氣輻射觀測設備，完成彭佳嶼及東吉島氣象站標準大氣輻射觀測設備建置作業，並結合玉山及蘭嶼站，建立臺灣地區標準地面輻射觀測網絡。完成本局過去大氣輻射觀測資料（全天空日輻射量及日照時數）品質驗正。及完成本局大氣輻射標準觀測站觀測及資料處理作業流程建置作業。 ● 完成蘭嶼背景大氣觀測站歷史資料品管及長期趨勢分析，提出參與 WMO 背景站所需要之儀器設備規格，並協助本局逐步升級監測設備，達到國際海洋背景站觀測水準。 ● 完成無人機（定翼機與旋翼機）等載具輔助大氣低層或邊界層探空觀測或氣體採樣分析作業，配合自動返航及充電等作業進行無人機進行自動觀測作業（包括探空觀測或氣體採樣分析等）。 2.發展短期氣候預報資訊 ● 精進短期氣候預報技術，進行臺灣測站月季雨量綜合預報作業化平行測試，了解國內外展期模式對颱風及季內振盪的預報能力，提供具有科學根據的極端事件潛勢預報產品。 ● 建置短期氣候預報決策輔助工具，完成氣候監測查詢系統與氣候預報顯示系統建置，及完成颱風展期預報系統強化。 3.發展季內至季節尺度預報 ● 開發季內尺度極端事件預報系統，梅雨季週及特殊事件預報產品（臺灣梅雨季極端降雨事件頻率、週趨勢預報產品），完成兩項極端預報系統（極端高溫、極端降水指數），及利用本局模式預報進行季內振盪的預報開發。 ● 發展災害性季節尺度預報產品，完成兩項季節尺度極端氣候預警系統（梅雨季極端降雨事件頻率、季節尺度極端高溫預報）。完成兩項高解析度降尺度季節預報產品(溫度、降雨)，及完成冬季低溫及優化影響臺灣颱風累積動能、副高指數、梅雨季臺灣雨量、臺灣夏季降水的具有物理概念統計預報模式。

(二) 預期效益及影響

表 19、拓展氣象前瞻技術預期效益及影響。

工作項目	預期效益及影響
提升定量氣象預報能力	1.強化颱風預報作業輔助系統 ● 延長颱風及熱帶性低氣壓預報時效至 168 小時，以及延長颱風強度機率預報時效至 120 小時，以增加災害性天氣的防災準備時間，作為使用者風險管理的參考依據。 ● 改善颱風預報資訊細緻性，擴充颱風期間風雨預報分區，由目前的縣市延伸至鄉鎮區分。提升預報資訊的整合與產製效率，提供不同層次的颱風預測決策者更快速和更正確的獲得所需之颱風資訊。 2.強化精緻化預報作業系統 ● 延長一般天氣逐 3 小時的預報時效由 48 小時延長至 120 小時,逐 12 小時鄉鎮天氣預報時效由現行的 168 小時延長至 240 小時；新增 264 小時至 336 小時逐日之鄉鎮天氣預報，能提供民眾更早的應變計畫，提早準備。延長定量降雨預報的時效至第 3 天也能提供防災單位儘早對於防災作業做好提前部署的工作。 ● 逐時更新之 0 至 6 小時預報，能達到提供較即時和較準確的預報目標。 ● 提供鄉鎮的災害性天氣特報內容，使得防災應變能處理得更精緻。颱風警報及熱帶性低氣壓特報發布期間，每 3 小時更新定量降雨預報，可以提供更高的更新頻率，提供民眾及防災單位得到最即時的預報，做好應變處置。 3.強化預報決策輔助工具 ● 借重美方水文方面的專業技術，建置符合國內使用的水文顯示介面功能，提供不同呈現方式的顯示介面。 ● 導入美方危害性天氣警示服務（Hazard Services）可將發布警特報的時間由現有的 1 小時內提早至 3 時以上，以延長劇烈天氣的因應時間。 ● 使用整合式操作介面中的新一代天氣圖編輯系統，可有效簡化資料介接流程，提供更豐富的資料源。
精進無縫隙氣象預報技術	1.發展2至4週動力統計預報 ● 多變量統計後處理系統可作業化提供具有預報能力的 2 至 4 週溫度預報指引。

工作項目	預期效益及影響
	● 遙相關概念利用大尺度指標進行動力統計預報可作業化提供更具有參考價值的 2 至 4 週降雨預報指引。 ● 決策支援系統可針對極端天氣事件(寒流、熱浪、豪大雨等)，提供最佳的決策建議，幫助決策者降低防災成本或減少災害損失。 2.改進全球天氣與氣候預報模式系統 ● 於全球天氣預報系統，預期效益可提升本局在全球天氣預報系統開發上的國際能見度與貢獻，橋接本局與大氣科學學術界在全球天氣預報系統的研發能量，及加強基礎科學背景並培養國內更多使用 FV3-GFS 做全球大氣模擬與資料同化的研究人力。 ● 於動力統計氣候預報系統，可建立與國際同步之海氣耦合預報系統，參與國際多模式預報系統，提升本局國際能見度。並提供未來 13 個月的大氣與海洋之月與季預報，以上預報除了提供氣候展望外也可以提供給水資源、農漁業及健康管理等跨領域相關單位作為長期規劃參考。 ● 於動力降尺度氣候預報系統預期效益，高影響天氣的預警達到 2 個星期以上，大尺度環流型態變化與區域天氣演變之間的關係提前到 4 週以上，有效提供災害預警。 ● 於海流資料同化與波浪大氣耦合模式系統預期效益可藉由與美國環境預報中心合作，共同開發海流資料同化模組，可促進本局與國際海洋預報技術交流。藉由引進波浪、海洋與大氣耦合技術，可提升國內海洋科技研究水平。 3.強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 提升區域模式對劇烈天氣之定點、定時及定量預報能力，增進對氣象安全預警服務的效能與品質，3 小時累積雨量預報大於 15 毫米之預兆得分（Threat Score）達 0.3 以上。 ● 提升區域模式對颱風路徑、降雨以及強度之預報能力，颱風路徑及強度預報準確度預期 4 年提升 8%。 ● 完成火山灰影響評估資訊系統，並提供假想事故情境下大屯火山爆發的火山灰影響評估產品，可做為事故潛勢分析的基本資料，亦可提供各防救災單位規劃相關應變措施參考。 ● 氣象資料接收處理供應作業預期效益可針對觀測資料隨到隨處理，3 分鐘內組報更新至資料池供使用者自行存取，模式資料在資料量大增（高解析、長時效、多種類）下仍能較現行

工作項目	預期效益及影響
	作業更穩定更早處理完成。全球氣象觀測 BUFR 資料可使用率提高新增至少 8 種氣象資料。 ● 強化填繪圖作業預期效益，可提升主要數值模式繪圖產出速度，由原先 1.5 小時內繪圖完成縮短到 45 分鐘內完成，同時，產圖能量增加至少 30%，圖型產品種類增加至少 5 類；調整圖型產品，提高其精緻度，至少 20 種產品。
掌握氣候監測與預警能力	1.活化在地氣象資訊應用 ● 藉由大氣輻射與背景大氣觀測設備的建置，提升本局大氣輻射與背景大氣觀測能量與水準，並提供更準確且長期性的觀測資料。 ● 大氣輻射與背景大氣觀測皆為目前世界各國主要觀測項目之一，藉由本局大氣輻射觀測設備的建置，積極參與相關的國際交流活動，展現實質科技外交與國際接軌。 ● 利用無人機等載具輔助大氣低層或邊界層探空觀測或氣體採樣分析作業，進行跨領域的合作與交流，拓展氣象觀測的應用層面與範圍，以任務導向進行氣象觀測模式的調整，增加氣象觀測服務產能，並使氣象資訊多元化。 2.發展短期氣候預報資訊 ● 精進短期氣候預報技術，將臺灣月季預報由 4 個代表站增加至 25 個測站，提供空間解析度更高的氣候預報產品，以滿足下游如農業、水資源應用需求。開發至少 1 個極端事件潛勢預報產品，以達到早期預警效果，喚起社會各界防災意識。 ● 建置短期氣候預報決策輔助工具，完成至少 1 個氣候監測預報資訊系統，方便民眾即時獲取氣候相關資訊，提供有感的氣候服務。介接至少 3 種氣候團隊研發的預報指引至氣候監測預報作業輔助系統，落實技術轉移，真正應用研發成果於實際預報作業。 3.發展季內至季節尺度預報 ● 開發季內尺度極端事件預報系統，提供梅雨季週及特殊事件預報產品兩項，強化季內尺度預報資訊的運用，完成季內尺度極端預報系統兩項，增廣氣象資訊災防化的價值，降低災損。 ● 發展災害性季節尺度預報產品，完成兩項季節尺度極端氣候預警系統及兩項高解析度降尺度季節預報產品，強化季內到季節時間尺度的預報能力。開發及優化具有物理概念統計預

工作項目	預期效益及影響
	報模式產品 5 項，推擴氣象資訊在防災上的應用，提高氣象資訊的經濟價值。

柒、附則

一、財務計畫

(一)、經濟效益評估

1. 基本假設與參數設定：

本計畫所有經濟效益預估及成本支出等數據，係依據106年（基期）的幣值來進行估算。本計畫期程為4年，預計從109年至112年執行完成，在此設定評估期間為由109年至119年共計10年。

本計畫主要的經費支出為對外採購的設備經費、軟體開發、國際合作以及設備維護經費，各年間成本的變動主要來自2項因素，即是物價變動與匯率。關於物價變動，參考行政院主計總處對106年度消費者物價指數年增率的目標預估為低於1%，惟由於電腦設備技術進展迅速，同樣功能及效能需求的儀器設備的議價空間將會越來越大，適可抵銷物價指數的衝擊；至於匯率變動因素複雜，較難做長期預估，過去3年美元兌新臺幣匯率多落在 31±1 元範圍，以未來臺幣匯率趨勢走向，各財經研究單位多持新臺幣升值的看法，本計畫因多數儀器設備皆向國外採購，合理估計相關的採購經費在未來尚不致因物價波動或匯率變化而有重大影響。另本計畫無土地購置計畫，地價上漲率將不列入考慮。

2. 變數分析

本計畫可量化經濟成本包括直接成本與社會成本兩部分，前者指為設備採購、建置站房、國內委外、訓練、設備維護及其它有關事項，所必須實際支付的財貨和勞務價值，本計畫從第109到第112年的直接成本分別約為2.94億、9.48億、8.97億和8.60億，總計約為29.98億元。

社會成本部分，本計畫主要是透由氣象作業與科學技術的研發，推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，在未來運作期間，為政府與民眾提供優質的氣象資訊，因此尚無社會成本的支出。

3. 經濟效益評估：

我國目前在氣象相關資訊運用的經濟效益上，除反應在預防性減災與防範生命傷亡外，過去亦有許多經濟效益的顯著個案以及研究報告量化數據，條列說明如下：

(1). 美國國國家海洋暨大氣總署(NOAA)的95年統計資料（Economic Statistics for NOAA）顯示，平均花費1塊錢在減少自然災害的損失，可以替整個社會節省4塊錢的效益成本。

(2). 美國財政部亦指出花費1塊錢在減少自然災害的損失，可以避免產生3.65元稅收損失和花費。

(3). 根據聯合國世界氣象組織的研究評估指出，正確的天氣預報配合健全的防災措施，可有效地減輕 10%到 30%的災害損失。

(4). 蕭代基等學者（2012）回顧國內外關於氣象資訊提供對於各種領域應用的影響，同時依據NOAA所提出14項氣象資訊跨域應用優先領域，與我國制訂的《國家氣候變遷調適政策綱領》中所提及的8大氣候變遷調適領域做綜合考量，並盤點現今本局已經存在之跨域氣象應用服務能量後，由此歸納出氣象資訊應用服務之經濟價值的重點評估領域包含了農業、防災、水資源、公共衛生、能源與製造業、家計、交通管理等的相關文獻，如下表。

項目	農業領域				能源領域	水資源領域		防災領域
整體概況	1.總產值：5,016 億 （104 年度） 2.農林漁牧就業人口：55 萬 5 千人				約 20 千人(工研院 2016 預估)	-		-
業別	漁業	畜牧業		農耕業	能源業	自來水供應業		-
產值（億元）	923	1,640		2,452	2,120	-		-
主要業別	水產養殖業	漁撈業	畜牧業	農耕業	太陽光電	石門水庫	曾文、南化與烏山頭水庫	-
平均 WTP (元/年/戶)	7,595~8,430	10,375~11,562	5,492~6,234	1,764 ~ 2,861	-	-	-	-
氣候服務經濟價值（億元/年）	2.4~2.7	5.2~5.8	0.97~1.10	8.8~14.3	10.7~11.2	➢ 平常期時（水價為 11.1 元/噸）為 1.32 至 1.34 億元； ➢ 乾旱時期（水價為 28 元/噸）為 3.32 至 3.38 億元	➢ 平常期時（水價為 10.97 元/噸）為 1.82 至 1.95 億元； ➢ 乾旱時期（水價為 28 元/噸）為 4.66 至 4.98 億元。	➢ 氣象局資訊貢獻比例為氣象局災防預算占比（11%）時，為 0.3 億元至 3.4 億元。
經濟價值/個別產值	0.61%~0.68%	3.80%~4.23%	0.06%~0.07%	0.38%~0.61%	-	-	-	

（二）、財務計畫

本計畫規劃執行期間為民國109年至112年共計4年，所需總經費預估約為新臺幣29億9,799.1萬元。本計畫主要是透由氣象作業與科學技術的研發，推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，為政府與民眾提供優質的氣象資訊。

本局經費來源均為公務預算，無基金可供應用，本計畫主要的經費支出為各類資訊軟硬體設備、通信費用、資訊系統開發和各類觀測設備等，整體計畫的執行不以營利為目的，本計畫亦無土地開發增值效益，不同於一般直接有廣大民間消費群營利模式的硬體公共建設，亦非為一後端的資訊加值應用，在財務上並不具有自償性，僅能透過政府的作為以間接的方式顯現其效益。因此本計畫雖具間接促進社會安定及社會經濟繁榮發展的經濟效益，但所有經濟效益所得並不呈現在本計畫以及後續營運計畫，所以本計畫不具財務效益（自償率為0，內部報酬率為0，獲利率指數為0，無回收年限，無分年償債比率）。是故，本計畫所需經費，必須仰賴政府編列支援，因此在財務規劃上完全以政府公務預算為來源。

二、風險評估

本計畫主要是透由氣象作業與科學技術的研發，提升本局相關的作業能力，並據以推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，建立並滿足各界對防災面、經濟面、民生面及政策面之相關氣象資訊需求。本計畫由規劃、建置以至運作各階段所需的資源、技術、人力、組織及管理，均做了全盤考量及審慎的風險評估及管理，以確保本計畫的可行性與高度成功率。

在本計畫書已分各章節探討本計畫之風險，在「壹、計畫緣起」之「二、未來環境預測」中，就數值天氣預報技術與時俱進、衛星資料的廣泛應用、氣象資訊基礎運作設施的持續擴充、氣象經濟效益評量之發展趨勢、臺灣氣候服務面臨之問題與對策、巨量資料的廣泛應用、智能應用的興起等面向，探討本局氣象業務契合國際發展趨勢的契機和必要性。在「三、社會參與及政策溝通情形」說明社會各界對氣象局所提出之全方位需求的迫切性、在「五、SWOT分析」中分析本局在氣象專業與服務自身的優勢、劣勢、外部競爭上的機會和威脅，用以制定本計畫之發展策略。

另外在「貳、計畫目標」之「二、達成目標之限制」中就人力資源的管理、技術發展的管理、資訊基礎建設的更新等三個面向探討本計畫執行的可能風險與應對之道

有關本計畫執行之風險評估可參考上述章節內容之說明。重點摘要如下:

風險項目	說明	因應對策
人力資源	本計畫開創多項全新氣象科技、智慧應用和資訊技術發展，在發展人力及專業能力訓練的需求上，更超過以往，如何導入切合需求的人力資源	本局調用相當素質的人力投入主要的專業核心技術工作項目，其他如資訊科技應用類與部分非氣象核心技術系統，則以委外發展、合作發展、顧問諮詢、邀請講座、出國實習等方式進行，以彌補本局不足的發展人力。

	並進行有效管理，為計畫成功的關鍵要素。	
技術發展	如何培養具有全球視野之科技高度，聚合國內與國際的科研合作關係，加速技術移轉和科技研發，轉化為作業能力以提升預報品質，並深化氣象智能運用和服務，為技術發展的重要項目。	本局除保持和國內外氣象研發單位互動合作，也積極與美國海洋暨大氣總署（NOAA）和美國國家大氣研究中心（NCAR）進行國際技術合作，並將技術回饋給國內其他學研與作業單位。也運用國內的學研資源，發展人工智慧技術，並培養國內相關產業技術發展和人才教育。
資訊基礎建設	各式數值預報模式的作業，必須仰賴高速數值運算能力電腦設備的配合，才能快速執行極端複雜且資料量龐大的電腦運算，達到符合作業時效性的嚴格要求。本局因能投入的經費較有限，所能擁有的相關電腦設備之計算能量仍遠低於其他國家之氣象作業，此對我國的氣象作業及研發能力產生相當程度的限制。	目前仍需隨著新的作業需求，運用有限的經費，適當擴充現有的高速運算電腦系統，以支援新的高解析度、多模式系集預報模式作業，然而，高速的通信網路、巨量資料處理和大量資料儲存系統，各式雲端資料和物聯網資料的大量應用、未來5G網路的普及等，都使得資訊基礎建設更新成為先進氣象作業系統業務能否維持順利運作的關鍵門檻。

三、 替選方案之分析及評估

本計畫規劃從「深化氣象多元服務，連結在地」、「促進智能創新應用，連結未來」，及「拓展氣象前瞻技術，連結國際」3大面向，善用數位科技的力量，推動創新智慧氣象公共服務，滿足民生與經濟發展需求，並持續強化我國前驅氣象科技技術，以增進國家面對氣候變化的調適及抵禦能力，落實「建立以人為本之數位創新服務，提供定量氣象預報，達到更快、更及時、更全面的全方位氣象服務」的計畫願景。在計畫實施的選替方案上，本計畫考量3個面向，分別說明如下：

(一)在回應社會期待層面，本計畫經過縝密研議，依據政府相關防災與作業需求、社會各界對氣象服務的期待，並評估了國際氣象科技的趨勢與成熟度，各項規劃工作緊密搭配，務求發揮出最大綜效，以落實相關氣象作業系統的建置，基於計畫目標的急迫性及相關工作的緊密性，本局尚未見有其它可行的技術替選方案。

(二)在資源運用效力層面，本計畫規劃由本局引進國外已發展之氣象資訊系統技術，並結合本局與國內學研界及民間人力，進行本土化發展。可充分瞭解我國區域特殊作業需求，強化本局氣象作業研發能力，結合國內民間資源及學研力量，並且培養國內民間氣象作業研發能力。再者，數值天氣預報技術與專業的養成有賴對人才持續的投資培養，以及作業環境仰賴網路、儲存以及高速運算電腦的持續更新。本局氣象模式的發展與應用兼具「研發」與「作業」特性，在研發應用方面可適用一般高速運算電腦的排程管理，較適合共享計算資源；但在作業應用方面，對計算資源的使用具有獨占性與高優先性，亦即幾乎24小時均需利用所有計算資源，以滿足作業需求。因此，本局必須擁有專屬的高速運算電腦，以支持本局24小時不間斷的數值模式預報作業。基於對人力培養、專業知識的積累以及對高速運算電腦的極端需求等因素考量，並無其它可行的技

術替選方案。若選擇做部分之發展，則可能導致發展時程拉長。

(三)在公眾利益及公信力層面，本局為目前國內主要氣象觀測及預報作業單位，平日發布各類生活化、災防化的氣象產品，惟為使民眾生活能與氣象預報結合，本局在科普知識的傳達與推廣上也不遺餘力，持續不斷地辦理各項科普講座，提供民眾氣象生活及天然災害之科普知識，無形中增加了人民對於氣候變遷衝擊的因應能力。資訊服務系統的建置，在現今行動載具便利的時代，更有其傳播的效益，因此本計畫之施行將延續本局生活有氣象之防災減災教育功能，有如為國家之環境教育添翼，災防知識愈普及，民眾對於災害的因應能力也會相對提升。因其具有公眾服務性質，基於公眾利益及公信力的考量，故無其他替選方案。同時，災害防救氣象情資的複雜化與多元性，若選擇部分專案執行，恐會影響其完整性與研判能力，造成災害損失影響不容忽視。

(四)本計畫有關新一代高速運算電腦的採購和建置如未能獲得額外請增之科技預算額度支持，因應作法如下：

1. 使用科技預算進行高速運算電腦的部分更新：

   本局已運用科技計畫預算額度申請為期4年（109至112年）之業務發展計畫：「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」，該計畫以氣象測報科技研發和資訊系統發展為主，其經費實不足以支撐未來所需之高速運算電腦需求。如經費未蒙額外請增之科技預算額度支持，將縮減部分科技計畫的工作，將部分經費挪至高速電腦，進行高速電腦和相關基礎建設小幅度的升級。以第6期第1階段「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」為例，本局使用部分經費僅獲得31%之運算效能升級。惟因高速運算電腦科技發展迅速，不同世代的電腦合併使用，舊的電腦系統將成為運算效率的瓶頸，同時也提高系統整合的不確定性而降低系統的可用性。而新一代數值模

式需要更大的計算需求，運用部分經費進行小幅度電腦系統升級實非合宜方案，勢必嚴重影響本局在「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」中一系列氣象科技與應用服務發展之規劃，使得本局未來對政府防災、社會經濟和產業應用等服務目標受到影響。

2. 申請政府其他預算來源：

本計畫將視政府財源（如前瞻計畫）或與其他政府機關（如水利署、環保署、營建署等）合作共同研擬高速運算電腦的採購規劃，但此方案具高度不確定性，難以確保本局氣象業務發展規劃之需求，同時將延後相關系統發展與改進。

3. 延後本局高速運算電腦的採購：

延後本局高速運算電腦的採購，待政府經費可支應時再行更新。然，本局目前使用之富士通高速運算電腦係於104年建置，本計畫結束後（112年）使用年限已達9年，電腦系統將因長年使用而降低穩定性和可用性，並導致維運成本的增加。目前本局與國際氣象單位之高速電腦運算能力相比已落後1-8倍，但數值模式的發展仍與時俱進，因此現行的高速電腦勢將無法因應新一代預報模式的計算需求，不僅影響數值天氣預報作業系統發展的進程，也無法支撐發展更高解析度、更長預報時效與更精確之預報服務，進而影響推動政府機關間與政府及產業間的跨域應用合作效益。

四、有關機關配合事項

本計畫之執行無相關機關配合事項。

五、 中長程個案計畫自評檢核表

中長程個案計畫自評檢核表

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
1、計畫書格式	(1)計畫內容應包括項目是否均已填列(「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」(以下簡稱編審要點)第 5 點、第 10 點)	V				1. 本計畫內容均包括編審要點所提之項目，並均已填列。 2. 詳見「參、現行相關政策及方案之檢討」之「一、前期計畫執行成果」說明，並於 107 年度「政府科技發展計畫績效報告書」中呈報前期計畫之總結評估報告。 3. 本計畫為延續型計畫。目的是透由氣象作業與科學技術的研發，推動氣象資訊與政府防救災、產業加值、民眾生活及媒體傳播等各類使用者的連結，以發揮氣象資訊對防災減災及促進經濟發展之效益，屬公眾服務性質，受益者為社會大眾，民間參與之商業利潤有限，亦無財務自償性質。爰不具備「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神，故無相關財務策略規劃檢核表。
	(2)延續性計畫是否辦理前期計畫執行成效評估，並提出總結評估報告(編審要點第 5 點、第 13 點)	V				
	(3)是否本於提高自償之精神提具相關財務策略規劃檢核表？並依據各類審查作業規定提具相關書件		V			
2、民間參與可行性評估	是否填寫「促參預評估檢核表」評估(依「公共建設促參預評估機制」)		V			本計畫具公眾服務性質，屬政府機關應辦理事項，不具民間參與可行性，非屬「促參預評估檢核表」規定之適用對象。
3、經濟及財務效益評估	(1)是否研提選擇及替代方案之成本效益分析報告(「預算法」第 34 條)		V			1. 詳見「柒、附則」之「三、替選方案之分析及評估」說明。本計畫無替選方案。 2. 本計畫的執行不以營利為目的，係政府機關應辦理事項，計畫雖具間接促進社會安定及社會經濟繁榮發展
	(2)是否研提完整財務計畫		V			

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
						的經濟效益，但所有經濟效益所得並不呈現在本計畫以及後續營運計畫，所以本計畫不具財務效益，在財務規劃上完全以政府公務預算為來源。
4、財源籌措及資金運用	(1)經費需求合理性(經費估算依據如單價、數量等計算內容)	V				詳如本計畫「伍、期程與資源需求」之「三、經費來源及計算基準」。
	(2)資金籌措：本於提高自償之精神，將影響區域進行整合規劃，並將外部效益內部化		V			本計畫經費來源為公務預算，無基金應用及自償性收益，且亦未涉及土地開發增值效益，不適用於「跨域加值公共建設財務規劃方案」。
	(3)經費負擔原則： a.中央主辦計畫：中央主管相關法令規定 b.補助型計畫：中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法、本於提高自償之精神所擬訂各類審查及補助規定	V				本計畫擬由行政院核定之交通部主管中程歲出概算額度內覈實編列。
	(4)年度預算之安排及能量估算：所需經費能否於中程歲出概算額度內容納加以檢討，如無法納編者，應檢討調減一定比率之舊有經費支應；如仍有不敷，須檢附以前年度預算執行、檢討不經濟支出及自行檢討調整結果等經費審查之相關文件	V				本計畫擬由行政院核定之交通部主管中程歲出概算額度內覈實編列。
	(5)經資比1：2(「政府公共建設計畫先期作業實施要點」第2點)	V				本計畫經資比小於1：2，以資本門為主。
	(6)屬具自償性者，是否透過基金協助資金調度		V			本計畫不具自償性收益。
5、人力運用	(1)能否運用現有人力辦理	V				本計畫依本局現有人力調派運用，無請增人力之需求。
	(2)擬請增人力者，是否檢附下列資料： a.現有人力運用情形		V			

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
	b.計畫結束後，請增人力之處理原則 c.請增人力之類別及進用方式 d.請增人力之經費來源					
6、營運管理計畫	是否具務實及合理性(或能否落實營運)	V				本計畫能落實營運，詳見「肆、執行策略及方法」之「三、執行步驟(方法)與分工」。
7、土地取得	(1)能否優先使用公有閒置土地房舍		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，觀測儀器之增建則利用本局現有測站，無涉土地取得。
	(2)屬補助型計畫，補助方式是否符合規定（中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法第 10 條）		V			
	(3)計畫中是否涉及徵收或區段徵收特定農業區之農牧用地		V			
	(4)是否符合土地徵收條例第 3 條之 1 及土地徵收條例施行細則第 2 條之 1 規定		V			
	(5)若涉及原住民族保留地開發利用者，是否依原住民族基本法第 21 條規定辦理		V			
8、風險管理	是否對計畫內容進行風險管理	V				詳見「柒、附則」之「二、風險評估」說明。
9、環境影響分析 (環境政策評估)	是否須辦理環境影響評估		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，無涉環境影響評估。
10、性別影響評估	是否填具性別影響評估檢視表	V				已辦理，詳見「柒、附則」之「六、性別影響評估檢視表」。
11、無障礙及通用設計影響評估	是否考量無障礙環境，參考建築及活動空間相關規範辦理		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，無涉無障礙及通用設計影響評估。
12、高齡社會影響評估	是否考量高齡者友善措施，參考 WHO「高齡友善城市指南」相關規定辦理		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，無涉高齡社會影響評估。
13、涉及空間規劃者	是否檢附計畫範圍具座標之向量圖檔		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，無涉空間規劃。

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
14、涉及政府辦公廳舍興建購置者	是否納入積極活化閒置資產及引進民間資源共同開發之理念		V			本計畫主要為氣象科技研發與資訊系統建置，無涉政府辦公廳舍興建與購置。
15、跨機關協商	(1)涉及跨部會或地方權責及財務分攤，是否進行跨機關協商	V				本計畫未涉及跨部會或地方權責之財務分擔，唯進行跨域合作涉及與其他機關協商等事宜，詳如本計畫附錄二。
	(2)是否檢附相關協商文書資料	V				
16、依碳中和概念優先選列節能減碳指標	(1)是否以二氧化碳之減量為節能減碳指標，並設定減量目標		V			本計畫主要為氣象科技研發、資訊系統建置與觀測儀器之增建，無涉二氧化碳之減量作為。
	(2)是否規劃採用綠建築或其他節能減碳措施	V				計畫所需之電腦及相關硬體設備、耗材等將優先採購綠能產品，以實施節能省碳措施。
	(3)是否檢附相關說明文件		V			
17、資通安全防護規劃	資訊系統是否辦理資通安全防護規劃	V				本局業依行政院所屬各機關資訊安全管理要點與規範，訂定「中央氣象局資通安全管理作業規範」，本計畫所建置之資訊系統均依該規範辦理。

主辦機關核章：承辦人 副主任洪景山 0116/1000　單位主管 副主任劉國隆 0116/1010　首長 交通部中央氣象局局長葉天降

主管部會核章：研考主管　會計主管　首長

六、 中長程個案性別影響評估檢視表

中長程個案計畫性別影響評估檢視表

【第一部分】：本部分由機關人員填寫

填表日期： 108 年 1 月 9 日	
填表人姓名： 潘 琦	職稱： 技正 身份：■業務單位人員
電話：(02)2349-1370	e-mail： gfs8@cwb.gov.tw □非業務單位人員，（請說明：_____ ）

填 表 說 明

一、行政院所屬各機關之中長程個案計畫除因物價調整而需修正計畫經費，或僅計畫期程變更外，皆應填具本表。

二、「主管機關」欄請填列中央二級主管機關，「主辦機關」欄請填列擬案機關（單位）。

三、建議各單位於計畫研擬初期，即徵詢性別平等專家學者或各部會性別平等專案小組之意見；計畫研擬完成後，應併同本表送請民間性別平等專家學者進行程序參與，參酌其意見修正計畫內容，並填寫「拾、評估結果」後通知程序參與者。

壹、計畫名稱	氣象資訊之智慧應用計畫		
貳、主管機關	交通部	主辦機關（單位）	中央氣象局

參、計畫內容涉及領域：	勾選（可複選）
3-1 權力、決策、影響力領域	
3-2 就業、經濟、福利領域	
3-3 人口、婚姻、家庭領域	
3-4 教育、文化、媒體領域	
3-5 人身安全、司法領域	
3-6 健康、醫療、照顧領域	
3-7 環境、能源、科技領域	V
3-8 其他（勾選「其他」欄位者，請簡述計畫涉及領域）	

肆、問題與需求評估

項 目	說 明	備 註

填表日期： 108 年 1 月 9 日		
4-1 計畫之現況問題與需求概述	臺灣位居全球最易遭受氣象災害風險的區域之一，面對地球氣候系統加速變化可能導致極端天氣頻繁出現甚至變成常態化的趨勢下，增進國家調適能力，降低社會脆弱度，已是刻不容緩的事。惟各領域的氣象資訊需求有所不同，在災害(水象、土象)預防的領域期望更短時精確的氣象預測以利即時反應，但涉及水資源、農業及健康甚至國土規劃的領域則期望更長期精確的氣象預測以利早期準備。面對來自國家各方外部需求，本局現有氣象監測、預報技術與服務效能雖已有長足的進展，但要充分因應氣候變遷威脅所衍生的各項問題仍有很大的努力空間：包括與國際接軌之氣象科技研發，因地制宜之客製化預報產品的開發、與時俱進之高速電腦以增進模式的預報能力，和提供更精細、延時更長的預報指引，以及防範於未然的資通訊安全防護等。 另一方面，行政院「數位國家・創新經濟發展方案（2017-2025 年）」（簡稱 DIGI+）特別擘畫網路社會數位政府行動計畫，落實各級政府資料治理，建構需求導向之一站式智慧雲端政府服務。打造公私協力、自由存取、組合服務的環境，落實「政府即平臺(Government as a Platform)」的目標。同時強調包括大數據、人工智慧等智慧應用的科技研發，以創新思惟與前瞻技術帶來新一代殺手級的應用。因此如何善用新興資通訊技術及氣象科技不斷推陳出新的機會，開發更佳的氣象公眾便民服務，強化與政府間或產業間連結發展更即時多元的跨域合作服務與跨域應用服務，是下一階段的重要課題。 分析本局氣象業務的現況和未來需積極因應之挑戰，本計畫延續刻正執行之「氣象資訊之智慧應用服務計畫（105-108 年）」智慧應用的概念，並配合智慧政府數位創新的發展策略，推動第二階段「氣象資訊之智慧應用計畫（109-112 年）」，規劃以尖端氣象科技為基底，發展數位創新服務為途徑，推動氣象資訊生活化與防災化的服務策略，將氣象應用服務導向進階的數位創新智慧型態，提供民眾及社會有感的資訊服務，並積極推動政府機關間及政府與產業間的跨域應用合作，擴大民眾與產業的受益。	簡要說明計畫之現況問題與需求。

填表日期： 108 年 1 月 9 日		
4-2 和本計畫相關之性別統計與性別分析	本計畫深耕氣象科技的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災單位、民眾及媒體等各類使用者的連結，深化氣象資訊的應用普及性，並達成防災減災及促進經濟發展之效益，為健康臺灣提供生活有氣象的優質氣象資訊，並未涉及性別及族群之議題，另有關所設置之儀器設備均為自動化觀測設備或資訊設備，無性別之操作環境差異。 由行政院性別平等會網頁之「重要性別統計資料庫」收錄內政部消防署提供之性別統計指標「天然災害損失」顯示，106 年度因天然災害死亡之男性人數為 80 人，女性人數為 75 人，105 年度因天然災害死亡之男性人數為 69 人，女性人數為 61 人，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在。 另由 107 年度「臺灣氣象服務滿意度調查」結果顯示，有 95.6% 受訪者滿意本局提供的氣象服務，進一步經由「性別與氣象服務滿意度」之交叉分析結果顯示，95.8%的男性及 95.4% 的女性感到滿意，二者比例相近，透過統計檢定顯示不同的性別在此議題上無顯著差異存在；且不同年齡、教育程度對於此項議題的看法亦沒有顯著差異存在。此外，有 82.6% 受訪者表示不需要針對不同性別對象提供不同的氣象服務，進一步經由「是否需要針對不同性別提供不同氣象服務內容」之交叉分析結果顯示，89.3%的男性及 92.8%的女性認為不需要，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在；且不同的年齡、教育程度、職業別對於此項議題的看法並沒有顯著差異存在。此結果分析特性與 105 及 106 年度之調查結果相似，由此可見近三年關於上述議題之統計分析結果具有一致性。 關於辦理氣象相關宣導活動之民眾參與性別統計一節，依據氣象局南區氣象中心氣象展示場統計資料:107 年度到校氣象防災推廣活動之男性人數為 1,391 人，女性人數為 1,411 人，展場團體預約人次之男性人數為 2,153 人，女性人數為 2,317 人；106 年度到校氣象防災推廣活動之男性人數為 322 人，女性人數為 321 人，展場團體預約人次之男性人數為 2,607 人，女性人數為 2,483 人，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在。	1. 透過相關資料庫、圖書等各種途徑蒐集既有的性別統計與性別分析。 2. 性別統計與性別分析應儘量顧及不同性別、性傾向及性別認同者之年齡、族群、地區等面向。

填表日期： 108　年 1 月 9 日		
4-3 建議未來需要強化與本計畫相關的性別統計與性別分析及其方法	若本計畫獲准通過,執行期間將進行參與計畫相關不同性別的統計與分析,以瞭解參與本計畫之不同性別、族群、地區等資訊,並做為未來相關計畫規劃時之參考。針對參與氣象科普及災防推廣活動等民眾,進行性別統計及提升弱勢參與之滿意度評估。	說明需要強化的性別統計類別及方法，包括由業務單位釐清性別統計的定義及範圍，向主計單位建議分析項目或編列經費委託調查，並提出確保執行的方法。
伍、計畫目標概述（併同敘明性別目標）	本計畫基於「發展氣象科技為基礎，精進氣象資訊效能為方法，落實氣象服務為目的」之理念，訂定三大業務目標，九項工作主軸如下列 一、 連結在地，深化氣象多元服務 (一)深化在地氣象服務：整合數位科普教育及行動服務技術並以衛星反演技術強化空氣品質、航空氣象和海溫洋流之環境監測應用。 (二)擴大災害防救應用：增強海面天氣無線電廣播和災害天氣即時通報/推播服務，建立客製化災防氣象情資與預警服務整合平台。 (三)提升多元跨域協作與經濟效益評析：打造標準化之氣象多元協作環境，提供氣象跨域應用之決策指標,建立全國氣象應用服務經濟效益之評估基線。 二、 連結未來，驅動智能創新應用 (一)打造氣象智能應用服務：運用人工智慧與機器學習技術開發多元氣象加值應用，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，促進智慧城鄉相關產業發展。 (二)建構數位創新服務環境：建構巨量資料整合服務平台，提升數位化資料共享環境，發展智慧型洽公環境及終端管理作業平台，以達到政府數位服務轉型之目的。 (三)強化數位資訊基礎建設：更新高速運算電腦與周邊儲存系統，提升網路效能與安全防護，建置智慧管理與安全穩定的作業環境。 三、 連結國際，推動氣象前瞻技術 (一)提升定時、定點、定量氣象預報能力：發展相關預報決策輔助系統，導入危害性天氣警示服務，精進颱風、熱帶低壓與城鄉預報之準確度、發展需求導向的預報產品，延長預報時效以及提升預報產品的時間和空間精細度 (二)精進無縫隙氣象預報技術：接軌國際先進技術，精進天氣與氣候數值模式之研發。 (三)掌握氣候監測與預警能力：建置臺灣地區背景大氣與無人機自動觀測作業，強化短期氣候預報技術，有效掌握氣候監測與預警能力。 透由本計畫的執行與推展，研發成果及作業產品所提供之對象不分性別、性傾向及性別認同者之年齡、族群，適用於全體國民。惟不同族群或團體因居住地區、生活型態或產業發展的差異，仍有不同氣象資訊的需求，因此為深	

填表日期： 108 年 1 月 9 日	
	入氣象資訊的公眾服務，近年本局積極推動跨政府單位合作，期望透過客製化的氣象資訊服務能更貼近使用者的需求與感受，普及氣象資訊的生活應用，加強推廣氣象資訊服務至社會各領域與階層。
陸、性別參與情形或改善方法（計畫於研擬、決策、發展、執行之過程中，不同性別者之參與機制，如計畫相關組織或機制，性別比例是否達1/3）	本計畫參與研擬、決策人員以本局自有人力為主，共計約 74 人，其中男性 48 人、女性 26 人，性別比例達 1/3。發展過程中均有女性充分參與及意見表達。執行階段將另有採購、主計、政風等單位(男女性皆有)參與。在辦理訓練時，使兩性皆能獲得同等訓練機會，並使其瞭解及認識工作情況。

柒、受益對象

1. 若 7-1 至 7-3 任一指標評定「是」者，應繼續填列「捌、評估內容」8-1 至 8-9 及「第二部分－程序參與」；如 7-1 至 7-3 皆評定為「否」者，則免填「捌、評估內容」8-1 至 8-9，逕填寫「第二部分－程序參與」，惟若經程序參與後， 10-5「計畫與性別關聯之程度」評定為「有關」者，則需修正第一部分「柒、受益對象」7-1 至 7-3，並補填列「捌、評估內容」8-1 至 8-9。
2. 本項不論評定結果為「是」或「否」，皆需填寫評定原因，應有量化或質化說明，不得僅列示「無涉性別」、「與性別無關」或「性別一律平等」。

項　目	評定結果（請勾選）		評定原因	備　註
	是	否		
7-1 以特定性別、性傾向或性別認同者為受益對象		V	本計畫完成後之受益對象為政府機關與全體民眾，無性別之分。另依據本局近 3 年(105-107 年) 之「臺灣氣象服務滿意度調查」結果，也未顯示性別差異對氣象服務具有不同的需求。	如受益對象以男性或女性為主，或以同性戀、異性戀或雙性戀為主，或個人自認屬於男性或女性者，請評定為「是」。
7-2 受益對象無區別，但計畫內容涉及一般社會認知既存的性別偏見，或統計資料顯示性別比例差距過大者		V	本計畫規劃以 4 年期程達成數位創新之服務提升目標，訂定「連結在地-深化氣象多元服務」、「連結未來-驅動智能創新應用」，以及「連結國際-推動氣象前瞻技術」三項主要業務目標，提供定時、定點、定量氣象預報，達到更快、更及時、更全面的全方位氣象服務」的計畫願景。所得到的成果將造福所有民眾，計畫內容並未	如受益對象雖未限於特定性別人口群，但計畫內容涉及性別偏見、性別比例差距或隔離等之可能性者，請評定為「是」。

填表日期： 108 年 1 月 9 日				
			涉及一般社會認知既存的性別偏見，或具有統計資料顯示性別比例差異過大者。	
7-3 公共建設之空間規劃與工程設計涉及對不同性別、性傾向或性別認同者權益相關者		V	本計畫相關之軟硬體建設如高速運算電腦相關設備之建置，均無涉女性與男性關於公共建設之空間規劃與工程設計等權益。	如公共建設之空間規劃與工程設計涉及不同性別、性傾向或性別認同者使用便利及合理性、區位安全性，或消除空間死角，或考慮特殊使用需求者之可能性者，請評定為「是」。

捌、評估內容

（一）資源與過程

項　目	說　明	備　註
8-1 經費配置：計畫如何編列或調整預算配置，以回應性別需求與達成性別目標		說明該計畫所編列經費如何針對性別差異，回應性別需求。
8-2 執行策略：計畫如何縮小不同性別、性傾向或性別認同者差異之迫切性與需求性		計畫如何設計執行策略，以回應性別需求與達成性別目標。
8-3 宣導傳播：計畫宣導方式如何顧及弱勢性別資訊獲取能力或使用習慣之差異		說明傳佈訊息給目標對象所採用的方式，是否針對不同背景的目標對象採取不同傳播方法的設計。
8-4 性別友善措施：搭配其他對不同性別、性傾向或性別認同者之友善措施或方案		說明計畫之性別友善措施或方案。

（二）效益評估

項　目	說　明	備　註
8-5 落實法規政策：計畫符合相關法規政策之情形		說明計畫如何落實憲法、法律、性別平等政策綱領、性別主流化政策及 CEDAW 之基本精神，可參考行政院性別平等會網站(http://www.gec.ey.gov.tw/)。
8-6 預防或消除性別隔離：計畫如何預防或消除性別隔離		說明計畫如何預防或消除傳統文化對不同性別、性傾向或性別認同者之限制或僵化期待。
8-7 平等取得社會資源：計畫如何提升平等獲取社會資源機會		說明計畫如何提供不同性別、性傾向或性別認同者平等機會獲取社會資源，提升其參與社會及公共事務之機會。

填表日期： 108 年 1 月 9 日		
8-8 空間與工程效益：軟硬體的公共空間之空間規劃與工程設計，在空間使用性、安全性、友善性上之具體效益		1.使用性：兼顧不同生理差異所產生的不同需求。 2.安全性：消除空間死角、相關安全設施。 3.友善性：兼顧性別、性傾向或性別認同者之特殊使用需求。
8-9 設立考核指標與機制：計畫如何設立性別敏感指標，並且透過制度化的機制，以便監督計畫的影響程度		1.為衡量性別目標達成情形，計畫如何訂定相關預期績效指標及評估基準（績效指標，後續請依「行政院所屬各機關個案計畫管制評核作業要點」納入年度管制作業計畫評核）。 2.說明性別敏感指標，並考量不同性別、性傾向或性別認同者之年齡、族群、地區等面向。

玖、評估結果：請填表人依據性別平等專家學者意見之檢視意見提出綜合說明，包括對「第二部分、程序參與」主要意見參採情形、採納意見之計畫調整情形、無法採納意見之理由或替代規劃等。

9-1 評估結果之綜合說明		
9-2 參採情形	**9-2-1 說明採納意見後之計畫調整**	
	9-2-2 說明未參採之理由或替代規劃	
9-3 通知程序參與之專家學者本計畫的評估結果： **已於 年 月 日將「評估結果」通知程序參與者審閱**		

＊ 請機關填表人於填完「第一部分」第壹項至第捌項後，由民間性別平等專家學者進行「第二部分－程序參與」項目，完成「第二部分－程序參與」後，再由機關填表人依據「第二部分－程序參與」之主要意見，續填「第一部分－玖、評估結果」。

＊ 「第二部分－程序參與」之 10-5「計畫與性別關聯之程度」經性別平等專家學者評定為「有關」者，請機關填表人依據其檢視意見填列「第一部分－玖、評估結果」9-1 至 9-3；若經評定為「無關」者，則 9-1 至 9-3 免填。

＊ 若以上有 1 項未完成，表示計畫案在研擬時未考量性別，應退回主管（辦）機關重新辦理。

【第二部分－程序參與】：本部分由民間性別平等專家學者填寫

拾、程序參與：若採用書面意見的方式，至少應徵詢 1 位以上民間性別平等專家學者意見；民間專家學者資料可至台灣國家婦女館網站參閱（http://www.taiwanwomencenter.org.tw/）。
（一）基本資料

10-1 程序參與期程或時間	108 年 01 月 10 日至 108 年 01 月 13 日		
10-2 參與者姓名、職稱、服務單位及其專長領域	莊喬汝、德臻法律事務所律師、專長性別與法律、性別與勞動。		
10-3 參與方式	□計畫研商會議 □性別平等專案小組 ■書面意見		
10-4 業務單位所提供之資料	相關統計資料	計畫書	計畫書涵納其他初評結果
	■有 □很完整 ■可更完整 □現有資料不足須設法補足 □無 □應可設法找尋 □現狀與未來皆有困難	□有，且具性別目標 ■有，但無性別目標 □無	■有，已很完整 □有，但仍有改善空間 □無
10-5 計畫與性別關聯之程度	□有關 ■無關 （若性別平等專家學者認為第一部分「柒、受益對象」7-1 至 7-3 任一指標應評定為「是」者，則勾選「有關」；若 7-1 至 7-3 均評定「否」者，則勾選「無關」）。		
（二）主要意見：就前述各項（問題與需求評估、性別目標、參與機制之設計、資源投入及效益評估）說明之合宜性提出檢視意見，並提供綜合意見。			
10-6 問題與需求評估說明之合宜性	合宜		
10-7 性別目標說明之合宜性	合宜		
10-8 性別參與情形或改善方法之合宜性	合宜		
10-9 受益對象之合宜性	合宜		
10-10 資源與過程說明之合宜性	合宜		
10-11 效益評估說明之合宜性	合宜		
10-12 綜合性檢視意見	本計畫係為因應現代社會對於氣象資訊應用之需求，擬定「深化氣象多元服務」、「驅動智能創新運用」、「推動氣象前瞻技術」三大業務目標，及該目標 9 項分項重點與 22 個細項工作，經檢視，該工作內容受益對象係全體國民，推動過程中，亦無涉及社會上對特定性別或性傾向之既定刻板印象，故本計畫不致造成性別影響。		
（三）參與時機及方式之合宜性 合宜			
本人同意恪遵保密義務，未經部會同意不得逕自對外公開所評估之計畫草案。 （簽章，簽名或打字皆可） 莊喬汝			

中長程個案計畫性別影響評估檢視表（修正草案）－一般表

【第一部分－機關自評】：由機關人員填寫

計畫名稱：氣象資訊之智慧應用計畫			
主管機關 （請填列中央二級主管機關）	交通部	**主辦機關（單位）** （請填列擬案機關／單位）	**中央氣象局**

壹、看見性別：檢視本計畫與性別平等相關法規政策之相關性，並運用性別統計及性別分析，「看見」本計畫之性別議題。

評估項目	評估結果
1-1 說明計畫與性別平等相關法規政策之相關性，並敘明其納入計畫規劃與執行之情形 性別平等相關法規政策包含憲法、法律、性別平等政策綱領及消除對婦女一切形式歧視公約（CEDAW）可參考行政院性別平等會網站(http://www.gec.ey.gov.tw/)。	本計畫規劃以 4 年期程達成數位創新之服務提升目標，訂定「深化氣象多元服務-連結在地」、「開發智能創新應用-連結未來」，以及「運用氣象前瞻技術-連結國際」三項主要業務目標，提供定時、定點、定量氣象預報，達到更快、更及時、更全面的全方位氣象服務」的計畫願景。所得到的成果將造福所有民眾，計畫內容並未涉及一般社會認知既存的性別偏見，或具有統計資料顯示性別比例差異過大者。
1-2 蒐集相關性別統計及性別分析（含前期或相關計畫之執行結果），並分析性別落差情形及原因 請依下列說明填寫評估結果： a.歡迎查閱行政院性別平等處建置之「性別平等研究文獻資源網」 (https://www.gender.ey.gov.tw/research/)、「重要性別統計資料庫」(http://www.gender.ey.gov.tw/gecdb/)（含性別分析專區）、各部會性別統計專區及我國婦女人權指標(http://www.gec.ey.gov.tw/)。 b.性別統計及性別分析資料蒐集範圍應包含下列 3 類群體： ①**政策規劃者**（例如:機關研擬與決策人員；外部諮詢人員）。 ②**服務提供者**（例如:機關執行人員、委外廠商人力）。 ③**受益者**（或使用者）。 c.前項之性別統計與性別分析應盡量顧及不同性別、性傾向、性別特質及性別認同者，並宜與年齡、族群、地區、障礙情形等面向進行交叉分析。 d.未有相關性別統計及性別分析資料時，請將「強化與本計畫相關的性別統計與性別分析」列入本計畫之性別目標（如	**1. 本計畫參與研擬與決策人員：** 本計畫參與研擬、決策人員以本局自有人力為主，共計約 19 人，其中男性 9 人、女性 10 人，性別比例達 1/3。 **2. 本計畫主要服務提供者如次：** 本計畫主要系統發展與服務提供者以本局自有人力為主，共計約 74 人，其中男性 48 人、女性 26 人，性別比例達 1/3。發展過程中均有女性充分參與及意見表達。執行階段將另有採購、主計、政風等單位(男女性皆有)參與。在辦理訓練時，使兩性皆能獲得同等訓練機會，並使其瞭解及認識工作情況。 **3. 本計畫主要受益者如次：** (1) 本計畫深耕氣象科技的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災單

2-1 之ｆ)。	位、民眾及媒體等各類使用者的連結，深化氣象資訊的應用普及性，並達成防災減災及促進經濟發展之效益，為健康臺灣提供生活有氣象的優質氣象資訊，並未涉及性別及族群之議題，另有關所設置之儀器設備均為自動化觀測設備或資訊設備，無性別之操作環境差異。 (2) 由行政院性別平等會網頁之「重要性別統計資料庫」收錄內政部消防署提供之性別統計指標「天然災害損失」顯示，106 年度因天然災害死亡之男性人數為 80 人，女性人數為 75 人，105 年度因天然災害死亡之男性人數為 69 人，女性人數為 61 人，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在。 (3) 另由 107 年度「臺灣氣象服務滿意度調查」結果顯示，有 95.6%受訪者滿意本局提供的氣象服務，進一步經由「性別與氣象服務滿意度」之交叉分析結果顯示，95.8%的男性及 95.4% 的女性感到滿意，二者比例相近，透過統計檢定顯示不同的性別在此議題上無顯著差異存在；且不同年齡、教育程度對於此項議題的看法亦沒有顯著差異存在。此外，有 82.6% 受訪者表示不需要針對不同性別對象提供不同的氣象服務，進一步經由「是否需要針對不同性別提供不同氣象服務內容」之交叉分析結果顯示，89.3%的男性及 92.8%的女性認為不需要，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在；且不同的年齡、教育程度、職業別對於此項議題的看法

	並沒有顯著差異存在。此結果分析特性與 105 及 106 年度之調查結果相似，由此可見近三年關於上述議題之統計分析結果具有一致性。 (4) 關於辦理氣象相關宣導活動之民眾參與性別統計一節，依據氣象局南區氣象中心氣象展示場統計資料：107 年度到校氣象防災推廣活動之男性人數為 1,391 人，女性人數為 1,411 人，展場團體預約人次之男性人數為 2,153 人，女性人數為 2,317 人；106 年度到校氣象防災推廣活動之男性人數為 322 人，女性人數為 321 人，展場團體預約人次之男性人數為 2,607 人，女性人數為 2,483 人，透過統計檢定顯示，不同的性別在此議題上無顯著差異存在。
評估項目	**評估結果**
1-3 根據 1-1 及 1-2 評估結果，確認本計畫之性別議題 性別議題舉例如次： **a.參與人員** 政策規劃者或服務提供者之性別比例差距過大時，宜關注職場性別隔離（水平隔離、垂直隔離）、職場友善性不足，及性別參與不足等問題。 **b.受益情形** ①受益者人數之性別比例差距過大，或偏離母體之性別比例，宜關注不同性別可能未有平等取得社會資源之機會（例如:獲得政府補助；參加人才培訓活動），或平等參與社會及公共事務之機會（例如:參加公聽會/說明會）。 ②受益者受益程度之性別差距過大時（例如:滿意度、社會保險給付金額），宜關注弱勢性別之需求與處境（例如:家庭照顧責任使女性未能連續就業，影響年金領取額度）。 **c.公共空間** 公共空間之規劃與設計，宜關注不同性別、性傾向、性別特質及性別認同者之空間使用性、安全性及友善性。 ①使用性：兼顧不同生理差異所產生的不同需求。	本計畫深耕氣象科技的研發，加強推動氣象資訊與政府防救災單位、民眾及媒體等各類使用者的連結，深化氣象資訊的應用普及性，並達成防災減災及促進經濟發展之效益，為健康臺灣提供生活有氣象的優質氣象資訊，並未涉及性別及族群之議題。另有關所設置之儀器設備均為自動化觀測設備或資訊設備，無性別之操作環境差異。

②安全性：消除空間死角、相關安全設施。 ③友善性：兼顧性別、性傾向或性別認同者之特殊使用需求。 **d.展覽、演出或傳播內容** 藝術展覽或演出作品、文化禮俗儀典與觀念、文物史料、訓練教材、政令/活動宣導等內容，宜注意是否避免複製性別刻板印象、有助建立弱勢性別在公共領域之可見性與主體性。 **e.研究類計畫** 研究類計畫之參與者（例如:研究團隊）性別落差過大時，宜關注不同性別參與機會、職場友善性不足等問題；若以「人」為研究對象，宜注意研究過程及結論與建議是否納入性別觀點。	

貳、回應性別落差與需求：針對本計畫之性別議題，訂定性別目標、執行策略及編列相關預算。

評估項目	評估結果
2-1 訂定性別目標、績效指標、衡量標準及目標值 請針對 1-3 之性別議題，擬訂本計畫之性別目標，並為衡量性別目標達成情形，請訂定相應之績效指標、衡量標準及目標值，並納入計畫書草案之計畫目標章節。性別目標宜具有下列效益： **a.參與人員** ①促進弱勢性別參與本計畫規劃、決策及執行，納入不同性別經驗與意見。 ②加強培育弱勢性別人才，強化其領導與管理知能，以利進入決策階層。 ③營造性別友善職場，縮小職場性別隔離。 **b.受益情形** ①回應不同性別需求，縮小不同性別滿意度落差。 ②增進弱勢性別獲得社會資源之機會（例如:獲得政府補助；參加人才培訓活動）。 ③增進弱勢性別參與社會及公共事務之機會（例如:參加公聽會/說明會，表達意見與需求）。 **c.公共空間** 回應不同性別對公共空間使用性、安全性及友善性之意見與需求，打造性別友善之公共空間。 **d.展覽、演出或傳播內容** ①消除傳統文化對不同性別之限制或僵化期待，形塑或推展性別平等觀念或文化。 ②提升弱勢性別在公共領域之可見性與主體性（如作品展出或演出；參加運動競賽）。	□有訂定性別目標者，請將性別目標、績效指標、衡量標準及目標值納入計畫書草案之計畫目標章節，並於本欄敘明計畫書草案之頁碼： ■未訂定性別目標者，請說明原因及確保落實性別平等事項之機制或方法。 本計畫負責規劃與研發之參與人員以及計畫成果或作業產品所提供之對象均不分性別、性傾向及性別認同者之年齡、族群，適用於全體國民。

e.研究類計畫 ①產出具性別觀點之研究報告。 ②加強培育及延攬環境、能源及科技領域之女性研究人才，提升女性專業技術研發能力。 **f.**強化與本計畫相關的性別統計與性別分析。 **g.**其他有助促進性別平等之效益。	
2-2 訂定執行策略 請根據 2-1 所訂定之性別目標，參考下列原則，設計有效的執行策略及其配套措施： **a.參與人員** ①本計畫研擬、決策及執行各階段之參與成員、組織或機制（如相關會議、審查委員會、專案辦公室成員或執行團隊）符合任一性別不少於三分之一原則。 ②前項參與成員具備性別平等意識/有參加性別平等相關課程。 **b.宣導傳播** ①針對不同背景的目標對象（如不諳本國語言者；不同年齡、族群或居住地民眾）採取不同傳播方法傳佈訊息。 ②宣導傳播內容避免具性別刻板印象或性別歧視意味之語言、符號或案例。 ③與民眾溝通之內容如涉及高深專業知識，將以民眾較易理解之方式，進行口頭說明或提供書面資料。 **c.促進弱勢性別參與公共事務** ①計畫內容若對人民之權益有重大影響，宜與民眾進行充分之政策溝通，並落實性別參與。 ②規劃與民眾溝通之活動時，考量不同背景者之參與需求，採多元時段辦理多場次，並視需要提供交通接駁、臨時托育等友善服務。 ③辦理出席民眾之性別統計；如有性別落差過大情形，將提出加強蒐集弱勢性別意見之措施。 ④培力弱勢性別，形成組織、取得發言權或領導地位。 **d.培育專業人才** ①規劃人才培訓活動時，納入鼓勵或促進弱勢性別參加之措施（例如:提供交通接駁、臨時托育等友善服務；優先保障名額；培訓活動之宣傳設計，強化歡迎或友善弱勢性別參與之訊息；結合相關機關、民間團體或組織，宣傳培訓活動）。 ②辦理參訓者人數及回饋意見之性別統計與性別分析，作為未來精進培訓活動之參考。 ③培訓內涵中融入性別平等教育或宣導，提升相關領域從業人員之性別敏感度。 ④辦理培訓活動之師資性別統計，作為未來師資邀請或師資培	□有訂定執行策略者，請將主要的執行策略納入計畫書草案之適當章節，並於本欄敘明計畫書草案之頁碼： ■未訂執行策略者，請說明原因及改善方法： 本計畫並未涉及性別及族群之議題，是故不需制訂執行策略及其配套措施。

訓之參考。 **e.具性別平等精神之展覽、演出或傳播內容** ①規劃展覽、演出或傳播內容時，避免複製性別刻板印象，並注意創作者、表演者之性別平衡。 ②製作歷史文物、傳統藝術之導覽、介紹等影音或文字資料時，將納入現代性別平等觀點之詮釋內容。 ③規劃以性別平等為主題的展覽、演出或傳播內容（例如:女性的歷史貢獻、對多元性別之瞭解與尊重、移民女性之處境與貢獻、不同族群之性別文化）。 **f.建構性別友善之職場環境** 委託民間辦理業務時，將促進性別平等之積極性作法納入評選項目，以營造性別友善職場環境。（例如：廠商董監事任一性別比例不低於三分之一，或訂有友善家庭、企業托兒、彈性工時與工作安排等性別友善措施） **g.具性別觀點之研究類計畫** ①研究團隊成員符合任一性別不少於三分之一原則，並積極培育及延攬女性科技研究人才；積極鼓勵女性擔任環境、能源與科技領域研究類計畫之計畫主持人。 ②以「人」為研究對象之研究，需進行性別分析，研究結論與建議亦需具性別觀點。	
2-3 編列或調整經費 a.根據 2-2 所訂定之執行策略，編列或調整相關經費配置，以達成性別目標或回應性別差異需求。 b.各機關於籌編年度概算時，請將本計畫所編列或調整之性別相關經費納入性別預算編列情形表，以確保性別相關事項有足夠經費及資源落實執行。	□有編列或調整經費配置者，請說明預算額度編列或調整情形： ■未編列或調整經費配置者，請說明原因及改善方法： 本計畫並未涉及性別及族群之議題，是故不需編列經費。

【注意】填完前開內容後，請先依「填表說明二之(一)」辦理【第二部分－程序參與】，再續填下列「參、評估結果」。

參、評估結果

請機關填表人依據【第二部分－程序參與】性別平等專家學者之檢視意見，提出綜合說明及參採情形後通知程序參與者審閱。

3-1 綜合說明	本計畫經性別平等委員檢視後認為，本計畫內容受益對象係全體國民，推動過程中，亦無涉及社會上對特定性別或性傾向之既定刻板印象，故本計畫不致造成性別影響。	
3-2 參採情形	3-2-1 說明採納意見後之計畫調整(請標註頁數)	無

	3-2-2 說明未參採之理由或替代規劃	無
3-3 通知程序參與之專家學者本計畫之評估結果： 已於　年　月　日將「評估結果」及「修正後之計畫書草案」通知程序參與者審閱。		

‧填表人姓名： 潘 琦　 職稱： 技 正　 電話： (02) 23491370　 填表日期：108 年 1 月 9 日

‧本案已於計畫研擬初期■徵詢性別諮詢員之意見，或□提報各部會性別平等專案小組（會議日期：__ __年____月____日）

‧ **性別諮詢員姓名：__**莊喬汝**__ 服務單位及職稱：__德臻法律事務所律師　身分：符合中長程個案計畫性別影響評估作業說明第三點第 1、3、5 款**（如提報各部會性別平等專案小組者，免填）

【第二部分－程序參與】：由性別平等專家學者填寫

程序參與之性別平等專家學者應符合下列資格之一： a.現任臺灣國家婦女館網站「性別主流化人才資料庫」公、私部門之專家學者；其中公部門專家應非本機關及所屬機關之人員(人才資料庫網址:http://www.taiwanwomencenter.org.tw/)。 b.現任或曾任行政院性別平等會民間委員。 c.現任或曾任各部會性別平等專案小組民間委員。	
（一）基本資料	
1.程序參與期程或時間	108 年 1 月 10 日至 108 年 1 月 13 日
2.參與者姓名、職稱、服務單位及其專長領域	莊喬汝、德臻法律事務所律師、專長性別與法律、性別與勞動。
3.參與方式	□計畫研商會議 □性別平等專案小組 ■書面意見
（二）主要意見（若參與方式為提報各部會性別平等專案小組，可附上會議發言要旨，免填 4 至 10 欄位，並請通知程序參與者恪遵保密義務）	
4.性別平等相關法規政策相關性評估之合宜性	合宜
5.性別統計及性別分析之合宜性	合宜
6.本計畫性別議題之合宜性	合宜
7.性別目標之合宜性	合宜
8.執行策略之合宜性	合宜
9.經費編列或配置之合宜性	合宜
10.綜合性檢視意見	本計畫係為因應現代社會對於氣象資訊應用之需求，擬定「深化氣象多元服務」、「驅動智能創新運用」、「推動氣象前瞻技術」三大業務目標，及該目標 9 項分項重點與 22 個細項工作，經檢視，該工作內容受益對象係全體國民，推動過程中，亦無涉及社會上對特定性別或性傾向之既定刻板印象，故本計畫不致造成性別影響。
（三）參與時機及方式之合宜性	合宜
本人同意恪遵保密義務，未經部會同意不得逕自對外公開所評估之計畫草案。 （簽章，簽名或打字皆可）__莊喬汝_____	

附錄一：本局高速運算電腦之使用現況與需求分析

一、 本局高速運算電腦現況與比較

本局目前作業之高速運算電腦（以下簡稱FX系統）為民國101年度完成採購，104年度建置完成，並於105及106年度逐步擴充儲存系統與計算資源。且於107年度購入以Intel為計算核心的叢集式高速運算電腦（以下簡稱PCC系統）。FX系統具有8個富士通FX10與7個富士通FX100計算機櫃，分別包含768與1,512個計算節點，共有12,288與48,384顆計算核心，FX10和FX100系統各提供163.08與1,481 TFlops的運算能量（最大運算效能，RMAX），與約5 PB的儲存空間。PCC系統則具備60個計算節點，共有2,160顆計算核心，總運算能量（RMAX）為104 TFlops，目前用途為衛星、海象的數值模式產品與本局數值天氣預報模式研究及發展使用。本局高速運算電腦系統均維持高可用度服務水準，平均每年可使用率達到99.9%。

在資料儲存與網路方面，目前本局採用磁帶近線儲存系統儲存大量高速運算電腦產出資料，目前資料儲存系統可提供30 PB的資料儲存量。高速運算電腦處理結果需要透過網路傳送到處理系統進一步進行分析或產製產品，本局目前一般網路傳輸頻寬為1 Gbps，高速運算電腦系統於建置時已考量資料傳輸需求而採用10 Gbps傳輸頻寬，且高速運算電腦系統與國內氣象學研單位合作及本局可能利用財團法人國家實驗研究院高速網路與計算中心（簡稱國網中心）的高速運算電腦進行研發工作，此部分將利用到本局與網際網路間的頻寬，此部分頻寬目前僅為1 Gbps，同時還須提供本局所有對外服務使用。

在能源消耗方面，FX系統為水冷架構，平均用電約為800 kW，每瓦電力約可產生計算能量為2.06 GFlops/W，相較於國網中心新建的高速運算電腦臺灣杉，其能源效率達4 GFlops/W，臺灣杉二號的能源效率更高達11.285 GFlops/W，本局FX系統每單位能源產生的計算量在現今高速運算電腦已明顯落後。

國網中心在107年5月啟用的「臺灣杉」包含630個純CPU計算節點和64個CPU加GPU的加速器節點，若加上GPU計算能量，整體將超過1.7 PFlops。國網中心的新一代超級電腦「臺灣杉二號」，全名為「雲端服務及大數據運算設施暨整合式階層儲存系統」（簡稱AI雲端平臺），在107年11月發布的全球500大超級電腦中，以9 PFlops的實測計算效能，躋身第20名。臺灣杉二號由252個節點組成，每個節點包含2顆CPU及8顆GPU，總計安裝多達2,016顆GPU，與先前以CPU計算節點為主、GPU為輔的臺灣杉相比，側重面向明顯大不同。相對來說，氣象模式在未來5年內仍極度仰賴CPU運算，臺灣杉二號在科研應用上更適合運用大數據進行深度學習。

目前世界上先進的氣象作業單位，如美國國家氣象局（NWS）、歐盟中期天氣預報中心、韓國氣象署、日本氣象廳及中國氣象局等都使用各式的高速運算電腦進行數值天氣預報作業，以提供其國家氣象預報與服務之需求，並持續計畫性地更新其高速運算電腦設備。圖20（同本計畫書之圖3）是107年世界主要國家氣象作業中心所使用之高速運算電腦的現況調查，FX100系統為本局目前主要數值天氣預報研發與作業的計算平台，FX100系統持續效能為1.48 PFlops，其運算能力普遍落後先進國家約1至8倍。本局的高速運算電腦若不能持續擴充，不僅將限制住我國氣象作業發展的能力，同時也將大幅落後亞洲鄰近各國。

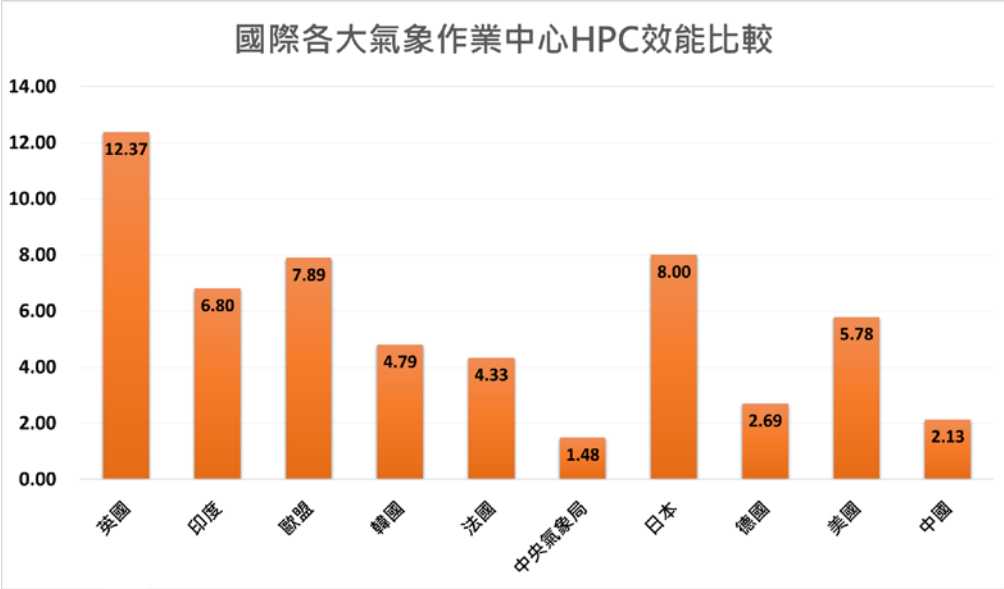


圖 20、107 年調查各主要國家氣象作業單位之高速運算電腦運算能量。

全球模式水平和垂直解析度

作業中心	水平解析度（公里）	垂直層數
中央氣象局	**25**	**60層**
歐盟氣象中心	9	137層
美國國家環境預報中心	13	64層
英國氣象局	17	70層
韓國氣象局	17	70層
日本氣象廳	20	100層
中國氣象局	30	60層
美國海軍	20	50層

區域模式水平和垂直解析度

作業中心	水平解析度（公里）	垂直層數
中央氣象局	**3**	**52層**
英國氣象局	1.5	70層
美國國家環境預報中心	1.5	75層
韓國氣象局	1.5	140層
中國氣象局	10	50層
日本氣象廳	2	58層
日本氣象廳	1.5	60層
加拿大氣象局	2.5	84層

圖 21、國際作業中的全球和區域預報模式解析度。

二、 本局作業之數值天氣預報系統與高速運算電腦使用現況

國際上主要的數值天氣預報作業依不同的需求而有不同的設計，排除模式使用之數值方法與物理過程的複雜度，數值模式預報能力的提升和模式解析度有密切的關係，解析度的提升往往伴隨著模式預報能力的提升，同時也使得預報產品的應用層面更為寬廣。因此，使用模式解析度來衡量數值模式的預報能力和應用範疇具有相當的代表性。圖21（同本計畫書之表1和表2）是國際作業中的全球和區域預報模式解析度的

比較，圖中顯示本局數值模式的解析度（特別是垂直解析度）稍落後許多先進國家，而在未來2至3年，全球模式最高解析度將往10公里，區域模式則向1公里邁進，預期模式的預報能力將因此而獲得顯著的提升。

本局高速運算電腦主要提供局內各式模式預報系統之研發與作業，包括本局各式氣候、全球與區域模式系統等。如前所述，本局數值模式的解析度已落後先進國家許多。如以全球模式而言，目前氣象局模式水平/垂直解析度分別為25公里/100層，積分時距為225秒；若定義所謂的「先進」數值模式，以其模式水平/垂直解析度為10公里/100層、積分時距為80秒來估算，若將解析度轉換成網格數目，則氣象局全球數值模式的運算量落後「先進」模式約20倍，此處所謂的「先進」大約是圖21介於歐盟氣象中心和美國國家環境預報中心的模式之間。

以上的估計是以本局作業之大氣模式所估算，尚未涵蓋模式研發與測試所需的運算量。此外，基於政府資源共享之理念，本局高速運算電腦同時提供國內其他政府機構進行相關業務推動與研發之用：

(一) 和民用航空局簽訂「氣象資料與預報模式系統作業技術合作協議」，在該協議下執行為航空氣象量身定作的數值模式作業，以提供航空氣象應用所需之服務。

(二) 與行政院環境保護署（環保署）簽訂「環境品質監測及預報作業技術合作」協議，在該協議下由本局提供計算資源供環保署進行空氣品質及沙塵模式預報作業之用，未來，環保署將進一步提高空氣品質預報模式的解析度，以提升空氣品質預報能力。

(三) 支援科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）計畫，該計畫主要任務在提供臺灣地區高解析度長期氣候觀測與模式推估網格資料，並進行氣候變遷資料的落實應用與服務，為國內因應氣候變遷調適研究奠定基礎。科技部TCCIP

計畫中高解析度資料產生來自於統計降尺度與動力降尺度，其中產製可用性高的動力降尺度資料涉及大量的區域氣候模式系集模擬，需要極大量的高速運算電腦計算資源。本局FX10高速運算電腦是目前TCCIP動力降尺度工作的計算資源來源，107年約使用本局13.9%的FX10計算資源。

綜上，FX系統提供本局與局外單位共23套數值模式作業，每日執行之模式預報作業達354趟次，提供58,416預報小時產品供使用者使用。

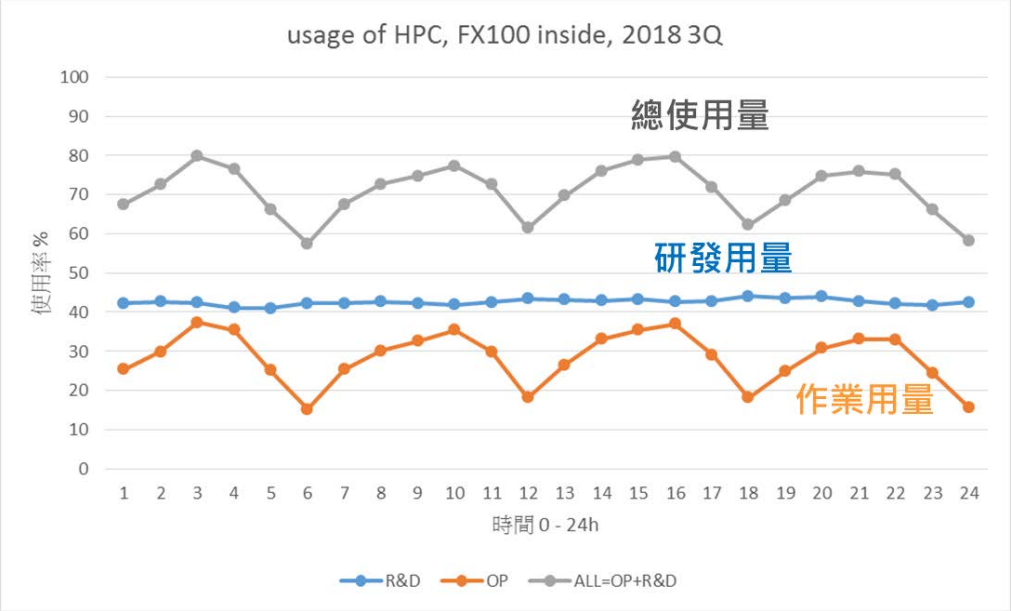


圖 22、本局高速運算電腦在 107 年第三季期間，一天 24 小時內每小時平均的使用百分比。

圖22是本局高速運算電腦在107年第三季期間，一天24小時內每小時平均的使用百分比，其中橘色和藍色分別代表作業和研發用量占全部電腦資源的百分比，灰色則是作業和研發的總和。圖中顯示以下資訊：

(一) 研發與作業峰值資源使用比例約1:1，在一般數值天氣預報中心，研發和作業的資源比例至少在2:1以上，這樣才有足夠的研發能量來支援預報作業的進步。本局研發與作業資源使用比例之所以會是1:1，主要是因為高速運算電腦資源不足

，為維持作業運作，因此壓縮到研發使用的電腦資源，依據過往的經驗，在未來1至2年，研發和作業的資源使用比例很快就會超過1:2，此對於預報技術研發與精進將會造成很大的影響。

(二) 全球各氣象作業中心之數值天氣預報模式每天最少須執行4次，即00/06/12/18 UTC，為求取得最多的觀測資料以產出最好的預報結果，預報時間被控制得極為嚴格，亦即作業必須準時開始且準時結束，為此高速運算電腦將作業與研究發展切開為獨立區域，在作業區域每天有4個高峰用量，在高峰時用量已接近分配額度之80%，已無法容納新增的作業模式。

(三) 研究發展部份在1天24小時內「持續」使用約40至45%的使用量，以分配給研發之計算資源占總資源之50%估計，則研究發展已使用掉約80至90%的計算資源，這意味高速運算電腦已無法滿足研發的需求，所有的電腦幾乎處於滿載的狀況，平均每一個研發的工作排程需要50分鐘的等待時間，此已相當不利研發工作之進展。

(四) 研發和作業在一天四次的峰值使用達80%，如果遇到颱風或梅雨豪大雨事件，則高速運算電腦資源幾乎100%滿載使用，這也使得數值預報作業增加不穩定的不確定因素，而使得作業流程失去容錯的備轉緩衝空間。

總結來說，比較如歐盟氣象中心或美國國家環境預測中心解析度更高、成員數目更多的多模式系集預報，本局模式計算量落後約20倍。數值模式計算量的增加是預報能力增進的關鍵，包括提升模式解析度，發展更有效率的數值計算方法，以及增加系集預報系統的成員數等。而擴充高速電腦的運算量是支撐數值模式計算量增加的必要手段。特別是臺灣位處中緯度和熱帶天氣系統轉換、兼具大陸和太平洋交界區域，陸地區域又地形複雜，臺灣局地的天氣和氣候預報無法自外於全球天氣系統的影響，更需要對局地高解析度地形的解譯能力，因此迫切需要精細的運算以支持預報所需。以

目前本局的高速電腦規模而言，在颱風季期間高速運算電腦使用率幾達100%，已無餘裕再滿足新的模式發展或提升模式的解析度，同時為了滿足作業需求，也將大幅壓縮研發的使用空間，是故本局有急迫性的需求，期以經由高速運算電腦的更新，以支持數值模式研發與作業之需求，並藉以提供更全面的氣象服務。

三、 本局數值天氣預報模式之未來演進

為維持本局數值天氣預報能力之與時俱進，並滿足各界的需求，在本計畫結束後，預計全球模式將由目前的25公里解析度向10公里邁進，區域模式則由目前的3公里解析度向1公里邁進，此模式規格差不多就是現今歐盟氣象中心與美國國家環境預報中心的模式規格，雖然本局模式解析度仍因此稍微落後先進國家，但可藉由大量使用臺灣局地觀測以彌補不足之處。

數值模式水平解析度增加一倍，水平網格計算量將增加4倍，時間積分所需的計算量增加2倍，合計將達8倍的計算量。但數值計算方法的精進可以有效提高模式的運算效能，例如本計畫將引進的FV3-GFS全球模式即用立方體網格系統，在同樣的精確度下可以得到更快速的運算效能。據此評估，全球模式10公里解析度計算資源約增加20倍，區域模式1公里解析度計算資源約增加10倍。依目前全球和區域模式作業量約1:1來估計，計畫執行結束後，總計算資源約需增加15倍。

再者，本局高速運算電腦資源還必須提供給民用航空局、環境保護署及臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）計畫等跨單位資源共享。除此之外，中央研究院環境變遷研究中心（RCEC）於100年成立「氣候變遷實驗室」，除了模式開發之外，RCEC目前正進行CMIP6 （6th phase Coupled Model Intercomparison Project）長期氣候模擬與推估，相關氣候實驗的成果使臺灣成為少數具有模擬與推估長期氣候變遷的國家之一，具備加入國際氣候變遷模擬推估（CMIP6）研究網絡的實力。由於RCEC目前正在進行與規劃的計算資源與儲存空間需求十分龐大，遠遠超過RCEC現有資源規模。RCEC將與本局密切合作，開發臺灣無接縫氣象/氣候模擬系統與進行CMIP6氣候模擬

與推估。所需計算資源預估為44 TFlops。

四、 採購需求

目前本局高速運算電腦計算資源約1.48 PFlops，在108至109年很快就會達到飽和，影響所及包括：

(一) 數值天氣預報作業將無繼續提升解析度（例如1公里解析度）與改善預報的空間。

(二) 數值天氣預報的研發空間將受到很大的擠壓，阻礙數值天氣預報作業能力的成長。

(三) 跨領域預報技術的發展是現行正在進行的趨勢，例如耦合大氣與海洋、大氣與空氣品質、大氣與水文等等，此一技術將引領大氣模式預報往環境預報邁進，提供國家發展決策之參考依據。惟這些發展願景皆有賴於更快速、運算能量更大的高速運算電腦支持。

(四) 跨機關的資源共享,特別是TCCIP計畫和中央研究院正在進行的氣候變遷調適議題將會受到相當的影響。

經和國網中心及相關單位討論後，本計畫高速電腦資源的獲取有如下3個面向：

(一) 考慮本局有限機房規模，同時數值天氣預報作業需求具獨占性、時效性，須確保作業時段可取得足夠資源，同時需大量資料儲存、傳輸及即時介接下游應用系統等考慮，規劃由本局建置專用之高速運算電腦資源，以供數值天氣與氣候模式預報作業及核心研發之所需。

(二) 為有效使用國內計算資源，數值天氣預報和氣候模式的大量研發電腦需求將編列電腦使用費，適度應用國網中心之高速運算電腦資源。

(三) 國內學研單位亦具有研發高速運算電腦之能力，例如國立成功大學的「成大超級電腦計算研究中心」研發超級電腦「漢興一號」，於107年台北國際電腦展（Computex 2018）提出領先世界其他國家的超級電腦雛形。該團隊自行設計之高速電腦網路架構，對於1E（exaFlops=1018 Flops）等級的超級電腦展現高效率網路溝通能力，該團隊提供之高速電腦研究成果如附錄八。本計畫將規劃與國內學研或產業可能的合作模式，將本局之數值模式運算經驗結合臺灣本地之高速運算電腦研發動能，支持國內高速運算相關科技研發與高速運算電腦之產業發展。

基於以上分析，考慮政府經費與作業模式發展成熟度，本局在本計畫中提出採購新一代高速運算電腦運算之規劃：

(一) 建議採購計算容量為10 PFlops之高速運算電腦，將運算效能提升至「京（10^{16} Flops）」等級。依據110年高速運算電腦的市場行情推估，1 PFlops的計算容量約需新臺幣1億元，所需經費為10億元。

(二) 為因應本局現有高速電腦資源不足以支持本局數值模式研發之用，因此在新一代高速電腦建置完成前，編列國網中心電腦使用費以供研發之需求。110年因第一期新高速電腦建置期間，牽涉機房環境整建以及汰換舊有之FX系統，為維持作業不間斷，因此勢必影響研發所需的電腦資源，因此編列2,500萬電腦使用費以因應之。111年之後則視需要編列適當的電腦使用費。依據國網中心中心租用電腦使用費之收費標準，以每小時每計算核心0.3元計價，1,000萬元約可取得180 Tflops的計算資源。

(三) 依據本局過往之高速運算電腦的資訊設備維護費推估，維護費約為採購成本的8%，依此編列110年本局現有之FX電腦系統以及111至112年新高速電腦的維護費，3年共計1億9,000萬元。

(四) 原高速電腦系統(Fujitsu PRIMEHPC FX-10 & FX-100)因本局機房因空間、電力與預算等資源有限，無法同時運作2套高速運算電腦系統。再者，由於高速運算電腦技術發展快速，原高速運算電腦之計算單元密度與單位維護價格所獲得的計算能量均遠不及新世代高速運算電腦，依過去經驗，若持續維護並使用原高速運算電腦並不符合經濟效益。另外，本局目前使用之富士通高速運算電腦係於104年建置，本計畫結束後（112年）使用年限已達9年，電腦系統將因長年使用而降低穩定性和可用性，並導致維運成本的增加。本計畫在採購新一代高速運算電腦後，原高速運算電腦將依「國有財產贈與辦法」辦理贈與，如無單位有接受原系統之意願，則將辦理報廢。

(五) 本計畫依國內各界對氣象預報之需求以及國際發展趨勢,規劃建置10 Pflops之高速運算電腦，以滿足數值天氣預報研發與作業之所需。在此業務目標下，估計高速運算電腦更新建置費用為10億元，以及3年（110至112年）電腦使用費和維運費2億1,100萬元，總計11億9,600萬元，採購規劃如表20。

(六) 以高速運算電腦建置費用而言，本期計畫（10億元）較前期計畫（7億1,000萬元）增加2億9,000萬元或41%。因建置成本較高，故而維運成本也隨之增加，若以建置和維運總計，本期計畫（11億9,600萬元）較前期計畫（8億8,000萬元）增加3億1,600萬元或36%。綜上，不論僅考慮電腦設備或涵蓋電腦維運費用，總體而言，本計畫所規劃建置的高速運算電腦，較前期計畫成本約增加40%，但可取得之高速運算電腦計算能量（10 Pflops）比現行電腦系統（1.48 Pflops）成長約6.75倍，將可供本計畫發展高解析度數值預報模式研發與作業所需。

表 20、本計畫高速運算電腦採購規劃。

單位：千元

年度	110	111	112	小計
工作規劃	第1期建置汰除FX系統	第2期建置	第3期建置	
逐年採購之計算能量（PFlops）	3	4	3	10
採購費用	300,000	400,000	300,000	1,000,000
電腦使用費	25,000			25,000
維護費用	35,000	56,000	80,000	171,000
小計	360,000	456,000	380,000	1,196,000

除高速電腦採購之外，尚須其他周邊基礎建設之支援，在資料儲存部分，本局目前使用近線自動化磁帶館儲存各式研發與作業所需之觀測資料（含各式衛星及全球觀測）與數值天氣預報產品，目前系統最大儲存容量為30 PB，實際使用量約15 PB。預計109年至110年之年成長率各為6 PB，110年後隨新一代高速運算電腦更新後，模式網格解析度提高、多模式系集預報成員數目增加以及支援氣候變遷相關研發等，資料儲存量111年和112年預估將各增加18 PB和40 PB，計畫結束後系統資料總儲存量預估為85 PB。本計畫規劃擴充大量資料儲存容量65PB，使系統總儲存空間達100 PB。此外，配合高速運算電腦之週邊環境，包括機房環境、電力設備、空調冷卻、高速網路之建置以及大量資料儲存系統之擴充，主要工作包括：

(四) 建構高效能具作業彈性的通訊作業環境，逐年更換可支援高速網路的新型設備，並完成高效能與高彈性的資通訊技術評估，以快速因應氣象資訊作業需求。

(五) 建置整合式機器智能圖像化維運中控，利用整合式機器智能圖像化維運中控，

提供自動化管理與監控平臺，節省維運與監控人力負荷。

(六) 擴建本局位南區氣象中心之異地備援網路作業環境與汰換現有老舊之網路設備。

(七) 強化新型態資安防禦能力，引進新型態資安防禦產品與技術，確保本局氣象資訊服務能在安全的網路環境下運件。

(八) 擴充大量資料儲存系統磁帶櫃，總儲存空間至100 PB。

(九) 改善電力設備，增加UPS供電量225 KVA，增加迴路供電625 KVA。預計汰換16個變壓器，每一個變壓器減少電量耗損率2%以上。汰換舊式發電機，提供更穩定、安全之緊急供電，並減少發電機運轉油耗及空汙排放問題。

(十) 改善空調設備，強化機房及資訊大樓冰水機系統之備援機制，汰換老舊冰水主機，提升運作效能，減少耗電量7 KW以上。

附錄二：本計畫跨領域需求訪談紀錄

「未來情資研判作業對氣象資訊之需求」座談會

會議紀錄

一、 時間：107年12月20日（星期四）上午10時

二、 地點：中央氣象局205會議室

三、 主席：交通部中央氣象局 程副局長家平　　紀錄：潘 琦

四、 出席人員：詳簽到表

五、 報告事項：

交通部中央氣象局（以下簡稱氣象局）洪景山副主任簡介「氣象資訊之智慧應用計畫」（以下簡稱P6II計畫）、氣象局現行防災氣象資訊服務、以及P6II計畫在防災氣象服務的規劃。（略）

六、 綜合討論：

(五) 行政院災害防救辦公室

1. 以0823熱帶低壓案例，依照國際氣象組織之定義，雖未達到颱風標準，但風浪卻造成中南部地區多日降雨導致淹水災情，顯現當熱帶性低氣壓接近或登陸臺灣陸地時，不論風力或雨量，其致災性都類似颱風，尤其在凌晨時間沒提供預報。建議應調整現行氣象預報作業，比照颱風的氣象服務頻率，提供熱帶性低氣壓各項預警資訊的做法，更新頻率調整與預報長度。若颱風定量降雨發布頻率能提高到3小時，將有助於預警作為。
2. 建議平時提供144至168小時的風速、雨量等預報資訊，並同時灌輸民眾觀念，接受144至168小時預報結果是會隨著時間接近而改變的。

(六) 國家災害防救科技中心

1. 災害防救氣象情資的多元化與跨機關整合，為今後完善防災示警通報應變及決策支援的發展趨勢，建議在既有的基礎上，加強與各機關之合作，深化災

害防救資訊的標準化及跨域整合，並擴大開放災害防救資訊供社會各界加值應用。

2. 氣象局應在研發推動、技術層面持續精進，以提供各單位所需要的資料，支援中央與地方防救災資訊整合，協助提升災害管理能力。

(七) 內政部消防署

氣象預報資訊或跨機關整合應用後的相關災防訊息，需讓各權責防災單位主管盡快收到災害的提醒及通報，並輔助各單位進行防災預警行動。

(八) 內政部營建署

感謝氣象局的協助，因應防災業務需求，超級電腦必須更新及升級，本署支持更新超級電腦並建議可以申請前瞻計畫的支持。

(九) 經濟部水利署

為精進降雨及淹水之預警能力，請氣象局協助提供山區降雨預報，強化午後對流發布時機準確度，大雷雨特報內容，俾利預先掌握各項水情變化，適時啟動防洪作業，強化地方防汛管理及應變指揮調度。

(十) 公路總局

1. 前陣子氣象局機房起火，針對劇烈天氣監測系統之服務與應用（QPESUMS）系統，是否有完善備援機制與完整的災害復原計畫，確保系統可持續的維護、管理與不中斷。

2. 為提升公路災防告警作業時效，請氣象局提供落雷降雨等天氣情資分析，精緻數值預報資訊，俾利災防決策參考。

(十一) 農業委員會水土保持局

為顧及幅員較大的鄉鎮，期待氣象局能給予更精細的預報資訊。

(十二) 臺灣鐵路管理局

提供更精準預報資訊，協助劇烈天氣發生時鐵路管理局預警鐵路緩駛停駛之決策行動，例如南迴鐵路山的二邊訊息不一致，協助民眾進行災害的提醒及通報，將雨量資訊於防災之應用效能發揮至最大，保障民眾交通的安全。

(十三) 氣象局

本局未來將持續進行颱風、致災性熱帶低壓和短期預報技術的改進，提高預報發布的頻率和及時修正，與加強跨單位介接與整合，充分發揮氣象資訊在防、救災上的角色提供更實用的災害性天氣資訊。

(十四) 綜整各單位需求問卷與滿意度調查表

1. 情資研判作業對氣象資訊的需求

項　目	需求調查結果
影響各單位在業務推動上使用的天氣系統	依次為颱風、梅雨、午後對流、夏天高溫、 冬天寒潮、乾旱
各單位需要的防災氣象參數	依次為降水、風速、溫度、氣壓、風向、濃霧
數值模式客觀降水預報需求	● 全球模式更新頻率6至12小時，預報長度為雙周、月、季與16天 ● 區域模式更新頻率包含1、3、6至12小時，預報長度為0至12小時、72至120小時、12天、雙周 ● 波浪模式更新頻率6至12小時，預報長度為72至120小時
官方降水預報	更新頻率為 3 小時，預報長度為雙周

其他官方預報	● 海上/陸上颱風警報單，更新頻率為3小時， 預報長度為24小時 ● 縣市風雨/雨量預報表格，更新頻率為1小時，預報長度為24小時/颱風、地震災情發生期間 ● 縣市風力預報表格，更新頻率為3小時，預報長度為24小時/颱風、地震災情發生期間 ● 特報/豪大雨、低溫，更新頻率為1小時，預報長度為24小時/地震災情發生期間 ● 即時訊息，更新頻率為1小時，預報長度為24小時 ● 官方定量降水預報，解析度2.5公里，更新頻率為24小時，預報長度為24小時 ● 未來兩週臺灣逐日溫度距平曲線，更新頻率為12小時，預報長度為14天 ● 面化天氣觀測GIS展示，解析度2.5公里，更新頻率為1小時

2. 滿意度調查結果

項次	問卷內容	滿意度
1	防災應變所需氣象資料申請之便利性	4.7
2	提出資料申請後之回覆速度	4.9
3	資料取得之速度	4.9
4	提供資料的實用性	4.7
5	提供資料之項目	4.5
6	防災應變所需氣象資訊提供之資料項目	4.9
7	防災應變所需氣象資訊所提供之資料正確性	4.8
8	業務單位對於資料出現問題的排錯速度（時間）	4.9
9	人員服務態度	4.8
10	防災應變所需氣象資料提供之**整體**滿意程度	4.9

1 分 很不滿意 、 ***2 分*** 不滿意 、 ***3 分*** 尚可 、 ***4 分*** 滿意、 ***5 分*** 很滿意

七、 散會。（下午1時）

「未來情資研判作業對氣象資訊之需求」座談會
簽到表

時　間：107 年 12 月 20 日（星期四）上午 10 時 0 分
地　點：中央氣象局 205 會議室
主持人：程副局長家平
出席者：

單位		姓名
行政院災害防救辦公室	馮德榮 參議	馮德榮
	陳榮裕 科長	陳榮裕
國家災害防救科技中心	于宜強 組長	于宜強
內政部消防署	陳再通 專門委員	~~陳再通~~
內政部營建署	杜鐵生 科長	杜鐵生
	~~薛煌仕 幫工程司~~ 陳煥元	陳煥元
	林怡廷 顧問	林怡廷
經濟部水利署	楊介良 簡任正工程司	楊介良
	張成璞 正工程司	張成璞
農業委員會水土保持局	鍾啟榮 簡任正工程司	鍾啟榮
	簡以達 正工程司	簡以達
臺灣鐵路管理局	劉允韜 調度員	劉允韜
	許逢家 工務員	許逢家
	蔡豐任 助理	蔡豐任

簽到表：

		樊修容 科員	樊修容
公路總局		林意晴 分組長	林意晴
		鄭欽文 主任	鄭欽文
		林友康 工程員	林友康
中央氣象局	第一組	呂佩玲 組長	呂佩玲
		謝明昌 科長	
		王之璽 技正	
		艾寧靜 技士	艾寧靜
	第二組	蔡立夫 科長	蔡立夫
	氣象科技中心	陳得松 副研究員	陳得松
		劉人鳳 技士	劉人鳳
		劉邦彥 技士	劉邦彥
	氣象預報中心	陳怡良 副主任	陳怡良
	氣象衛星中心	黃葳芃 技正	黃葳芃
	氣象資訊中心	洪景山 副主任	洪景山
		張保亮 簡正	張保亮
		潘 琦 技正	潘琦
	海象測報中心	朱啟豪 課長	朱啟豪

第四組 張博仙

會議主題：科技部中部科學園區管理局智慧園區跨域應用會議

一、 會議時間：107年12月7日

二、 會議地點：中央氣象局

三、 出列席單位及人員：

科技部中部科學工業園區管理局：朱振群組長、陳志達科長及陳冠宏技正

氣象局：氣象資訊中心 洪景山副主任

颱風洪水研究中心：吳明璋研究員

四、 綜合討論與建議：

(一) 科技部中部科學工業園區管理局於104.06.02與氣象局業已簽署合作備忘錄,希望可以進一步洽談深化合作細節。

(二) 中科管理局為建置「智慧科學園區」與氣象局研議，應用氣象資料加強跨域合作關係，可能的應用包括

1. 智慧淹水
2. 智慧環境空氣品質監測
3. 化災之緊急應變
4. 相關資料需求包括各種大氣觀測、決定性數值模式預報和系集模式預報資料等。
5. 中科管理局提供轄下觀測資料供氣象局進行加值應用
6. 後續將構思更深度的合作,以中科管理局作為氣象資料在科技部科學園區應用之示範。

會議主題：台北市智慧城市需求合作會議

一、 會議時間：107年11月21日

二、 會議地點：電腦公會5樓

三、 出列席單位及人員：

台北市智慧城市辦公室: 李鎮宇主任、謝宜均經理、廖唐毅研究員

氣象局：氣象資訊中心 洪景山副主任、潘琦技正

四、 綜合討論與建議：

(一) 為落實發展智慧城市的施政理念，臺北市政府資訊局成立「臺北智慧城市專案辦公室」共同打造智慧城市創新媒合之平台，凝聚產業與政府資源，以智慧方案解決市民需求。專案辦公室定位主要訴求為擔任市府科技發展智庫並協助推動各局處ICT計畫，促進市民參與及公私協力，希望以有效的方式應用創新科技與資料來解決市政的問題，並建立創新科技及市民之媒合平臺，且逐步開放許多場域，讓有興趣的產業來實驗。

(二) 站在國家的立場，氣象局當然責無旁貸必須提供社會各階層最貼切的服務，氣象局也積極構思，如何強化對地方的支援，尤其是推動智慧城市發展，期望氣象局能和首都合力，讓市民可以感受氣象服務的價值，並提升臺北智慧城市的競爭力。

(三) 目前智慧城市辦公室有全市府有100多個計畫正在進行，和氣象局合作方式初步可朝向先了解需求和願景，再找適合的計畫和各局處進行細部需求洽談合作，後續再與市府簽訂合作意向書。

(四) 初步討論後續有機會推動計畫內容如下:

1. 臺北市政府工務局新建工程處，建置臺北市道路管線暨資訊中心，引領全國道路挖掘施工邁向智慧化管理的新里程碑，而挖管系統作為其核心資訊支援系統，期望能透過氣象科技相關訊息，能夠即時偵測相關異常訊息包含淹水，地震與提供適合施工日期等，強化挖掘施工動態即時系統智慧化管理，降低人力作業。

2. 臺北市政府民政局：提供台北市456里有關氣象相關訊息，包含曬衣指數等，協助里民可以藉由氣象科技，提供便民資訊並防範因應防災等議題。
3. 臺北市政府社會局老人住宅：協助台北市高齡人口，提供氣象相關訊息，包含高低溫濕度資訊，提早應對並降低相關疾病發生機率。
4. 臺北市政府教育局校園電子圍籬：透過即時氣象相關訊息，提高AI辨識技術，降低誤判機率，提升校園安全。

會議主題：氣象資訊在林業領域應用服務之經濟價值分析專家學者座談會

一、 會議時間：107年11月16日

二、 會議地點：交通部中央氣象局

三、 主席：程家平副局長

四、 出列席單位及人員：

國立中興大學：森林學系/永續農業創新發展研究中心 柳婉郁教授

行政院農業委員會：林業試驗所 林俊成主任秘書、林務局 黃群修組長

國立臺灣大學：森林環境暨資源學系 邱祈榮教授

國立臺北大學：經濟學系 李叢禎教授、自然資源與環境管理研究所 李堅明教授

工業技術研究院：綠能與環境研究所 盧裕倉研究員、量測中心 邱美菁研究員

中華經濟研究院：科技政策評估研究中心 林桓億主任、劉哲良副研究員

中央氣象局：第二組 李育棋組長、預報中心 林秉煜課長、科技中心 張庭槐科長、資訊中心 洪景山副主任、潘琦技正

五、 綜合討論與建議：

(一) 林俊成主任秘書：目前臺灣森林區域，氣象資訊取得與整合不易，後續此一議題可為與氣象局合作的工作方向，續希望利用氣象局的氣象資訊資料，對降尺度結果進行校正。同時希望能利用氣象局的現地觀測資料，檢驗我們推估的生物氣候因子（如降雪、溫量指數、缺水指數等）準確性。因為TCCIP資料的網路解析度為5公里，但是在山區，5公里可能涵蓋高山與溪谷，這種解析度沒有辦法反映森林環境的氣候細節，因此需要發展降尺度的工具。

(二) 黃群修組長：在林務局的預警系統中，目前有直接和間接使用氣象局資料建立堰塞湖的治山防災預警系統。而且森林遊憩為林業經營的一個重要方向，氣象資訊的提供，對於遊憩經營有很大幫助。一些結合氣象資訊的創新指標，比如物候、觀星指數、雲海指數…等，可以對推動森林遊憩有所助益。過往在馬祖有進行鳥類保育的工作，但後來因颱風

影響，導致該年度的保育成效受到嚴重的影響。這是一個案例，若可以有效的利用氣象預報資訊，針對環境上較脆落或易受影響的地區或物種，也將有助於生態保育價值的實現，引此可以加強氣候資訊的價值評估。

(三) 邱祈榮教授：目前自然災害影響分成二種，一種是長時間尺度、緩慢的氣候影響，一種是短時間之內、強度大的事件。依據我的研究結果，長時間尺度的影響對高海拔的溫度影響很大，例如：玉山測站對於氣溫上升的幅度是台北市平均的2倍。在這些技術研究背景上，可以得到更細緻的研究探討，建議與相關技術專家進行請教及討論。

會議主題：氣象資訊應用於能源領域之跨域論壇

一、 會議時間：107年11月9日

二、 會議地點：交通部中央氣象局

三、 主席：程家平副局長

四、 出列席單位及人員：

臺灣電力股份有限公司：籃宏偉副總、蕭勝任專總、陳一成處長、吳進忠副處長、李青霖主任

中華經濟研究院：科技政策評估研究中心 林桓億主任、鄭睿合分析師

中央氣象局：第二組 李育棋組長、科技中心 林熇閔主任、海象中心 林燕璋副主任、資訊中心 洪景山副主任、潘琦技正、許美玲課長

五、 綜合討論與建議：

(一) 未來若要作電網分析以供調度人員參考，必須知道每一個變電所的負載模型、電源模型，以及電網模型，也就是知道哪一條線的運作狀態。前兩個模型跟氣象就會非常相關。在負載模型的部分，每一個變電所都有其歷史資料，以歷史資料作為參考點，同時也要搭配氣象資訊，以修正歷史資料，用以預估明天變電所的情況。關於電源模型大機組的部分，電力調度處原本就會從事發電預測，用以作大機組排程，然而再生能源的部分，調度處可能預估大範圍，各變電所之太陽光電、風機等再生能源發電量流入，每一條饋線皆有所不同，故氣象局若能提供氣象資訊以預測再生能源發電量，依照饋線別或是變電所別，則可納入成為每個變電所的調度資訊。台電採用SCADA系統作負載模型預測，希望能夠有每一個變電所網格式的客製化氣象資訊，所以氣象局能否提供變電所的客製化氣象資訊，以作負載預測。

(二) 區域負載模型建構的部分，建議方案：氣象局的資料多以行政區作氣象預測給民眾作參考，然每一個電網、變電所與行政區無絕對關係，故有沒有可能氣象局提供客製化的區域負載氣象資訊，是否可以請氣象局預估該經緯度範圍的氣象資訊及其未來變化；若無

法採用網格式預報，氣象局這邊好像已能提供3公里的網格資訊，則台電自行就該網格資訊，對照出特定變電所所轄範圍，例如需採用幾個3公里的網格，以對照出某變電所的範圍。

(三) 台電外海測風塔之施工與維修，保險出船需要航線120至168小時預報資訊，尤以風向、風速、浪高、流速、潮汐等資訊為首要。

會議主題：氣象局與公衛領域交流討論會議

一、 會議時間：107年11月8日

二、 會議地點：交通部中央氣象局

三、 主席：程家平副局長

四、 出列席單位及人員：

國民健康署：國健署慢性疾病防治組 蔡維誼研究員

疾病管制署：疾管署疫情中心 劉宇倫醫師

中國醫藥大學：健康風險管理學系 許惠悰主任

中華經濟研究院：科技政策評估研究中心 林桓億主任、劉哲良副研究員

中央氣象局：第一組 謝明昌科長、預報中心 林秉煜課長、科技中心 陳孟詩科長、資訊中心 潘琦技正、許美玲課長

五、 綜合討論與建議：

(一) 劉宇倫醫師：疾管署定期每周二召開記者會，在會議召開之前皆會主動查看氣象局的預報資訊。建議氣象局可利用Facebook、Line、Instagram等媒介主動推播氣象預測資訊提供一般民眾，尤其是低溫衝擊較大的族群更多的資訊管道。

(二) 對於氣象資訊需求，長期預報對於疾管署相當重要。尤其是每年9~11月的長期預測，對於登革熱的防疫策略相當關鍵，以今年為例，因為氣象局的季展望預測提到今年是聖嬰年，氣候較為濕暖，就會影響疾管署在防疫的資源佈建及策略。

(三) 蔡春瑜技正：目前在業務推動上，會利用氣象資訊的部分為新聞稿的發布，關注氣象局所釋出的7天預報或是10天預報訊息，若有出現低溫的預報，就擬定新聞稿即時發布，提醒民眾注意保暖；因宣導對象為民眾，對於氣象資訊的取得也以民眾為出發點的公開資訊為主，暫無客製化氣象資訊的需求。

(四) 生活氣象App使得氣象資訊傳遞變得很方便，本組也委託台大醫院醫師進行冷防治文宣的修改，以親切好記的標語，提醒民眾心血管系統的保暖及照護，亦可結合氣象局在發布低溫訊息時宣傳。

會議主題：交通部中央氣象局與教育部跨域合作事宜討論

一、 會議時間：107年10月5日

二、 會議地點：交通部中央氣象局

三、 主席：氣象局 程家平副局長、教育部 劉文惠代理司長

四、 出列席單位及人員：

教育部：高志璋 科長

國立臺灣大學：森林系 邱祈榮 教授、政治系 林子倫 教授

中央氣象局：氣象資訊中心 潘琦技正、第二組 宋紹良技士

五、 綜合討論與建議：

(一) 「環境教育創意實作-氣象資訊網」已依107年9月26日會議紀錄，完成新增教育部LOGO於首頁。請氣象局將此氣象資訊網更名為「氣象環境知識網」及增加基礎資料操作範例，完成後發函至教育部，此作為108年度環境教育實作競賽氣象資料庫，供學校師生參考運用。並規劃於108年2月（即寒假期間）舉辦工作坊，以大專帶領小學師資（種子教師），共同激盪環境教育創意實作，同時可豐富網站之內涵，擴大推動氣象環境教育。

(二) 關於氣象局已設置於學校之自動氣象站需請教育部協助事項，請氣象局提供尚需協調地方教育主管機關對於借用之學校用地改為無償借用的測站清單（有41站）及其所在學校名稱，俾利於教育部協助協調。另也請校方協助校園內氣象站觀測環境基本檢視（包含拍照傳回）與初級維護，將可提升氣象觀測品質。

(三) 雙方同意環境教育創意實作-氣象資訊網、校園應用氣象App、校園防災決策支援平台、及校園氣象站4大合作方向，並希望共組一個團隊，研擬短、中、長期之發展規劃與可行作法，以及召開定期工作會議，推動並落實彼此跨域合作。

(四) 氣象局提供合作協議草案，待教育部確認後，雙方再研商簽定程序與時程安排事宜。

附錄三：氣象資訊之智慧應用計畫與前期規劃差異說明

本局依循「氣象資訊之智慧應用服務（I）」之8年期整體規劃構想，第1階段的4年計畫將於108年執行完畢。本計畫於第1階段規劃時，「服務型智慧政府推動計畫-第五階段電子化政府計畫（106至109年）」和「數位國家・創新經濟發展方案（DIGI+，106-114年）」均尚未推出，為配合國家推動數位化政府政策且因應現代化社會與時俱進的氣象資訊應用需求，第2階段「氣象資訊之智慧應用計畫（109至112年）」仍依循便民服務、跨域合作和精進預報技術等脈絡，但較前期「氣象資訊之智慧應用服務計畫（I）」進行適當修正，主要差異說明如下表：

表 21 氣象資訊之智慧應用計畫與前期規劃差異說明。

氣象資訊之智慧應用服務計畫（I） 第 2 階段 4 年規劃（109 至 112 年）	氣象資訊之智慧應用計畫 （109 至 112 年）
一、強化氣象便民服務與資訊建設 ● 資料共享服務 ➢ 擴增氣象開放資料平台 ➢ 建置氣象資料隨選平台 ● 活化氣象公眾服務 ➢ 推展生活氣象資訊服務 ➢ 活化在地氣象資訊應用 ● 氣象資訊建設 ➢ 資訊基礎建設 ➢ 強化地面觀測網	**一、深化氣象多元服務，連結在地** ● 深化在地氣象服務 ➢ 推展生活氣象資訊服務 ➢ **開發高時空解析度衛星客製化產品(*)** ● 擴大災害防救應用 ➢ 建立客製化氣象情資與預警服務整合平台 ➢ 強化新一代劇烈天氣監測系統 ● 提升多元跨域協作與經濟效益評析 ➢ 精進多元開放協作環境 ➢ 促進政府間氣象跨域應用合作 ➢ **評析氣象應用服務之社會經濟效益(*)**
二、提升氣象專業與跨域合作 ● 氣象預警服務 ➢ 建立氣象預警服務整合平台 ➢ 強化即時監測與預警系統	**二、促進智能創新應用， 連結未來** ● 打造氣象智能應用服務 ➢ **建置氣象史料跨域重現資訊系統(*)** ➢ 連結城市內的公共服務與促進產業跨

● 精緻化及時預警技術 ➢ 發展區域模式預報系統 ➢ 提升海象預報系統 ● 防災化氣象預警作業 ➢ 強化颱風預報作業輔助系統 ➢ 強化精緻化預報作業系統 ➢ 強化預報決策輔助系統 ➢ 強化數值天氣預報作業系統	域應用 ➢ **導入人工智慧與智慧學習發展氣象加值產品(*)** ● 建構數位創新服務環境 ➢ **打造巨量資料平台之整合服務(*)** ➢ **發展數位創新服務(*)** ➢ **建立智慧型數值作業中心(*)** ● 強化數位資訊基礎建設 ➢ 整合通訊多元服務 ➢ **建置下一代高速運算電腦與擴增大量資料儲存量能(*)** ➢ **智慧型管理與安全穩定的機電環境(*)**
三、拓展氣象安全預警服務	**三、拓展氣象前瞻技術， 連結國際**
● 氣象專業跨域服務 ➢ 建置氣象跨域應用平台 ➢ 強化氣象產品供應平台 ● 短期氣候預報技術 ➢ 改進全球天氣與氣候預報模式系統 ➢ 發展2至4周動力統計預報 ● 氣候預報資訊及應用服務 ➢ 建置小區域短期氣候預報資訊 ➢ 推動氣候資訊整合與應用服務	● 提升定量氣象預報能力 ➢ 強化颱風預報作業輔助系統和精緻化預報作業系統 ➢ 強化精緻化預報作業系統 ➢ 強化預報決策輔助工具 ● 精進無縫隙氣象預報技術 ➢ 發展2至4周動力統計預報 ➢ 改進全球天氣與氣候以及強化區域預報模式系統 ➢ 強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 掌握氣候監測與預警能力 ➢ **強化臺灣氣候背景觀測，活化在地氣象資訊運用(*)** ➢ 發展短期氣候預報資訊 ➢ 發展季內至季節尺度預報

註：（*）為本計畫中，因應現代化社會對於氣象資訊應用的需求，或應用最新的科技技術，較前期新規劃發展之工作項目。其他工作項目名稱或有不同，惟主要內容相近，但配合最新之進展或發展進行工作項目名稱或內容之小幅度修正。

以上之差異綜整如圖23。

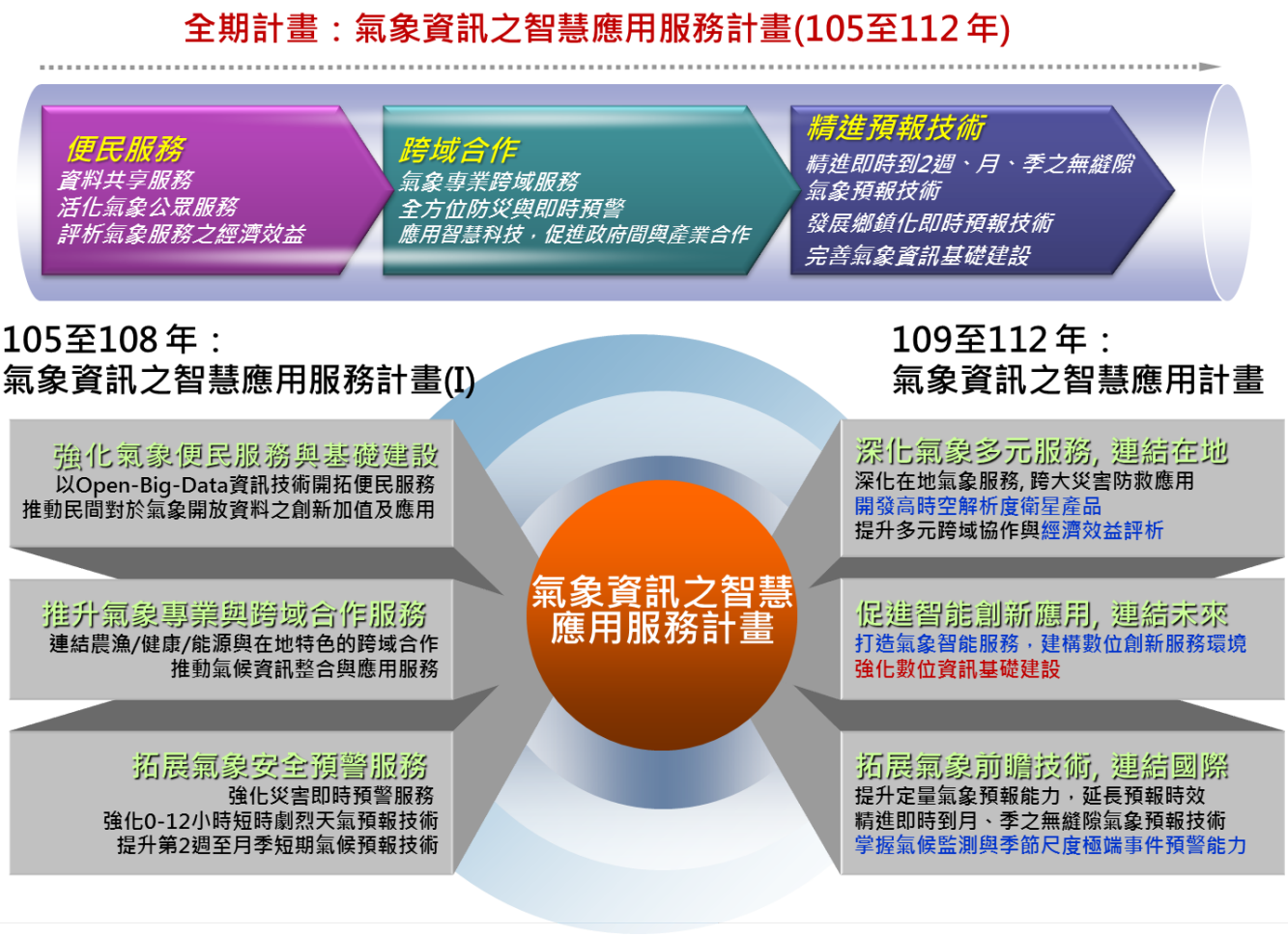


圖 23、本計畫與「氣象資訊之智慧應用服務計畫」全期規劃以及和前期計畫規劃之關連性。

附錄四：本計畫與本局其他計畫之相關

綜整本計畫與本局現行其他計畫，包括「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」、「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」、「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」、「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」和「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」等5個計畫，各計畫執行的重點工作內容以及和本計畫之差異性與關聯性。各相關計畫執行年份以及與本計畫相互配合的示意圖呈現如圖24所示。

計畫名稱	重點工作內容	與本計畫之關聯性與差異性
氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）	「氣象雷達災防預警技術提升計畫」主要重點為進行花蓮及墾丁氣象雷達更新為雙偏極化雷達、五分山雷達強化以及移動式車載雷達建置，以提升雷達之劇烈天氣監測效能，同時為能充分利用新雷達網，規劃「強化資料整集處理」、「發展雷達應用技術」與「建置資訊整合系統」三大技術發展工作策略，以接軌國際氣象雷達科技發展趨勢，強化臺灣雙偏極化雷達觀測及資料應用技術，改善雷達定量降雨估計與短時強降雨預報，以達提升預警能力、提早預警時間及提高預警品質之綜效，充分發揮新一代雷達網在國家災防作業的最大價值。	「氣象雷達災防預警技術提升計畫」(以下簡稱雷達計畫）之發展雷達應用技術工作重點是建置能運用到新一代雙偏極化雷達網可觀測之降雨系統雲、雨、雪、冰等精細水象資訊之資料同化技術及30分鐘高頻更新之短時預報系統，以改進對短延時強降水天氣系統的預報能力，基本上與本計畫「精進無縫隙氣象預報技術」項下之強化區域預報模式系統工作具有上下游發展連結關係。雷達計畫所採用之短時預報系統源自於本計畫所發展之區域數值模式，惟本計畫著重於整體區域數值模式的精進，包含解析度、物理方案及區域系集預報系統等，發展層面較廣，與雷達計畫只特別針對雙偏極化雷達觀測之資料同化技術有作分工區別。此外，本計畫在強化數位資訊基礎建設之建置下一代高速運算電腦與擴增大量資料儲存量能，亦為

計畫名稱	重點工作內容	與本計畫之關聯性與差異性
		支援雷達計畫朝向發展模式更新週期由1小時提升到30分鐘，解析度由3公里提升到1公里，並往500公尺之城市預報邁進之基礎。
新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）	本計畫著重於氣象衛星資料接收設備之基礎建設與基本產品產出，規劃包含衛星接收處理設備的建置/更新、基本產品產出與提供，如即時衛星影像、快速掃描影像、海溫等相關基本產品，以及業務性衛星產品精確度之改進與提升等工作。	「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫」（簡稱衛星計畫）之目標為建置或更新衛星接收處理、儲存系統，產生未來多頻道衛星資料之多種基本及衍生性應用產品，提高本局對天氣系統之監測與預報能力。 本計畫係以衛星計畫的成果為基礎，著重衛星產品應用面的強化，主要目標為運用衛星高時空解析度資料，發展氣象跨域與精緻化加值性產品，包括大範圍之氣溶膠光學厚度、氣溶膠種類、懸浮微粒PM2.5濃度、O3、NO2、SO26種溫室氣體和大氣懸浮微污染物產品，及提供1種飛機積冰警示產品和2種大氣亂流警示產品。本計畫結束時將新增9種先進的衛星反演產品，提供防災、氣候變遷、空氣品質與國土永續經營的參考資訊，並深化政府資料治理、開放資料及跨域整合之服務，有效拓展衛星資料多元的應用價值。
強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）	本計畫主要的重點工作包括： (1)雷達硬體建置：新增建宜蘭與雲林2座防災降雨雷達;更新遷移S波段雙偏極化之七股雷達；1座東沙島剖風儀，4處海氣象資料浮標站、2處海嘯資料浮標站、1組長程測波雷達站、1座移動式測流雷達	「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」（簡稱海氣象災防計畫）中海氣象部分，重點在於氣象與海象基礎觀測設備擴充與更新建置、海象資訊蒐集與整合與建置西北太平洋海象資料庫，與本計畫為上下游之關係。海氣象災防計畫新增的浮標站、潮位站及雷達觀測資料及海象災防服務平台開發之應用程式介面（API）將

計畫名稱	重點工作內容	與本計畫之關聯性與差異性
	站、1座岸基微波波段同調雷達站；(2)海象服務系統：海象救災整合預報系統、國際海洋資料加值服務系統、海洋氣候防災服務系統以及區域海域環境服務平台；(3)衛星遙測產品：本計畫利用新式多頻道氣象衛星與氣象雷達資料，研發衛星與雷達產品技術，產出如日夜間霧區、對流起始偵測、綠色植被指數（NDVI）等衛星衍生產品，以及未來1小時災害性天氣之對流機率預報等應用產品，並建置衛星災防服務產品展示平台與相關應用產品儲存系統，以進行相關應用產品之整合與提供。	串聯本計畫「擴大災害防救應用」及「提升多元跨域協作與經濟效益評析」項下之劇烈天氣監測與客製化服務及本局跨域服務平台，作為海氣象預警監控應用層面的基礎資料。 海氣象災防計畫中衛星遙測部份，主要應用新一代衛星多頻道、高時間與高空間解析度之觀測資料，產製衛星環境監測之衍生與應用加值產品，同時配合遙測災防資訊服務平臺與相關產品所提供的資訊，提供政府防、救災單位決策之重要參考依據。 本計畫主要目標則為配合產業創新重點政策，運用衛星高時空解析度資料，發展跨域應用之加值性產品，例如海空域安全的飛機積冰與大氣亂流偵測（供民航單位、救災/難應用）及海流偵測（供海巡等單位應用），空氣品質監測（供環保等單位）等，提升衛星應用的經濟效益。
農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）	本計畫主要的重點工作包括： (一)產製客製化的短期天氣及長期氣候的監測與預報資料，供農漁業權責單位利用短期的天氣預報資訊採取防護措施而減少農業損失。 (二)建立以短期天氣與長期氣候之監測與預報資訊為基礎之動態性「農業氣候經濟效益評估與決策系統」，參酌變動性的天氣與氣候	「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫」（以下簡稱農漁計畫）乃基於本局長期與農業委員會農業試驗所合作建置農業氣象觀測網、以及和農業委員會水產試驗所合作建置漁業氣象資訊App，為強化與農委會的合作，在農漁計畫下持續提供客製化的氣象資訊，供農漁業權責單位採取防護措施以減少災害損失。 農漁計畫下持續透過農漁民的抽樣訪查產生氣象資訊應用相關統計數據，可供本計畫進行相關氣象跨域應用服務參考之用。此外，農漁計

計畫名稱	重點工作內容	與本計畫之關聯性與差異性
	變化資訊,顯示農漁業權責機關所應採取的短、長期因應作為，並評估其經濟效益。	畫下發展之經濟效益評估系統為農業面向，和本計畫發展之觀光及公眾運輸領域面向可收相輔相成之效。另本計畫數值模式預報提升精確度後，應用在農漁跨域應用可以減少災損，提供更高質的服務。
氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）	本計畫為因應綠能開發、建置及營運所需的氣象應用服務,與能源局共同合作，提供優質的網格化歷史、監測分析及預報等綠能相關氣象資訊,並針對即時綠能發電量評估、未來預報以及離岸風機船舶施工風險規劃等建置具商業價值的服務系統，完成包含「新一代綠能評估系統」、「綠能環境即時監測系統」、「綠能即時預報系統」及「離岸風機施工決策系統」等4大系統之氣象資訊綠能虛擬營運中心。	「氣象資訊在綠能開發之應用服務」(簡稱綠能計畫）工作重點是提供優質的網格化歷史、監測分析及預報等綠能相關氣象資訊，並建置具商業價值的應用服務系統，基本上與本計畫具有上下游發展連結關係。本計畫在「精進無縫隙氣象預報技術」中有關數值模式的發展，可以提供綠能計畫中風能與太陽能所需優質的邊界層風場及地表日射量資料。

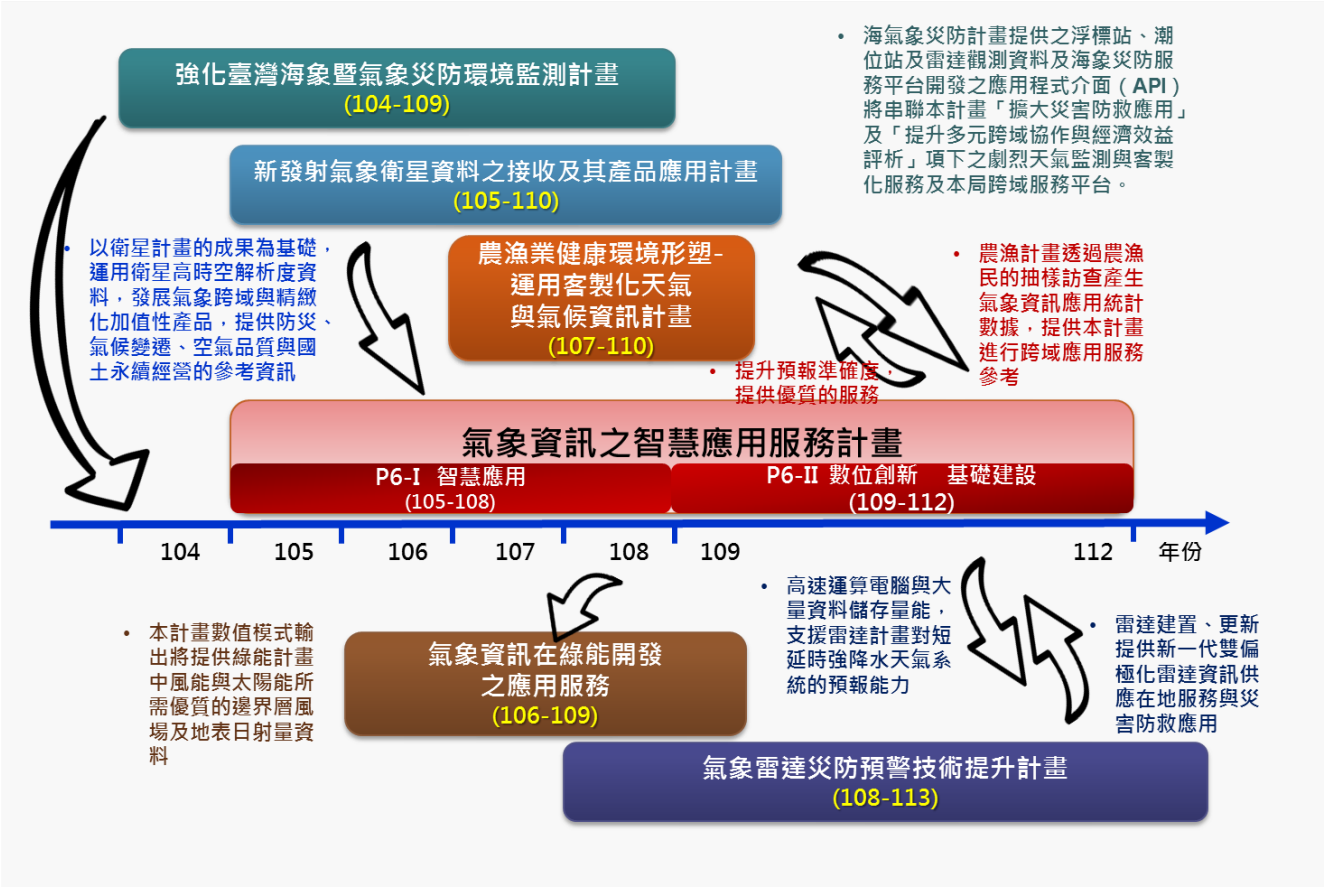


圖 24、本計畫與本局其他計畫之關連性。

附錄五：「研商中央氣象局『氣象資訊之智慧應用計畫』（草案）會議」委員意見與意見處理回復

研商中央氣象局『氣象資訊之智慧應用計畫』(草案）會議

委員意見與意見處理回復

一、會議時間：108 年 4 月 2 日星期二上午 9 時 30 分

二、會議地點：交通部 1609 會議室

三、主持人：祁常務次長文中

四、出席者：簽到表詳附件

五、委員意見與意見處理

提問單位/委員	委員意見	意見處理回復
行政院主計總處	1. 建議宜強調說明本計畫與氣象局現行計畫之差異性及關聯性，或如何與現行計畫進行整合。	感謝委員的建議。 本局為推動相關業務，目前正執行若干計畫，如「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」、「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」、「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」、「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」和「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」。這些計畫和本計畫或為上下游關係，或為互補關係，例如，「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」和「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」提供本計畫所需之相關資料，為本計畫之上游；「氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫（106-109）」則使用本計畫之模式預報資料輸出以提供綠能之應用，是為本計畫的下游；而「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊計畫（107~110）」提供本計畫所需之跨域應用經驗，「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」則使用本計畫發展之模式經驗和高速運算電腦資源，並提供雷達觀測資料供本計畫使用，是為互補關係。 上述計畫執行的重點工作內容摘要以及和本計畫之差異性與關聯性，詳如本計畫書附錄四，並說明於計畫書第參章第三節。

	2. 請說明本計畫擬開發之語音互動行動App,是對現有氣象局生活氣象App進行擴充,抑或另行開發新App。	本計畫規劃之語音互動行動App是以現有「中央氣象局W-生活氣象App」為基礎開發，用以強化網路平台公眾服務資訊的多樣性，特別是考慮身心障礙者、銀髮族、視障者的氣象服務需求，提供友善及客製化之公眾氣象服務。
	3. 為能納編國家發展委員會規劃109年度預算期程，提醒氣象局注意需於108年4月15日前奉行政院核定方能納編109年度預算,並請說明該等預算歸屬之次類別。	感謝委員對本計畫的審查與提醒，本局當竭力於期限內完成報請行政院核定，以獲取 109 年度計畫之納編。本計畫目前規劃歸屬於交通部港埠次類別。
科技部	1. 考量政策延續性，本部針對本計畫涉及科技部分表示支持，惟106年度有部分計畫經費保留未執行完竣，且進度有所落後，請注意本計畫屆時銜續問題，並提醒應於108年4月19日前提出科技計畫。	感謝委員的審查與建議。本局第1階段「氣象資訊之智慧應用計畫（Ⅰ）」於106年度有3件採購案辦理預算保留，分別為「高速叢集式計算電腦系統採購案」、「106年地面氣象自動測報系統整合觀測與測政管理資訊系統建置案」、「大量資料儲存系統擴充案」，主要因合約承包廠商未能及時交貨與完成驗收，以致於進度些微落後，上述保留案皆已於107年度全數執行完畢，同時107年度預算執行率亦達100%，完全符合執行進度。另，本計畫屬科技計畫部分「氣象資訊之智慧應用服務計畫（Ⅱ）-數位創新」已完成計畫書撰寫，將依規定於108年4月19日前提出申請科技計畫。
	2. 為鼓勵科技計畫勇於創新，科技部於109年科技計畫書格式增訂「自我挑戰」之目標項目，倘能具體合理表述該項目,將有助於爭取預算。	感謝委員對本計畫的審查與支持，本計畫有關科技計畫部分，將依規定完成增訂「自我挑戰」之目標項目章節，以積極爭取科技計畫經費支持。
行政院科技會報辦公室	（書面意見）科技經費部分,應遵循109年度科技計畫審議相關規定。	感謝委員對本計畫的審查與支持。本計畫有關科技計畫部分,將遵循109年度科技計畫審議相關規定辦理。
郭委員鴻基	1. 高速電腦以及相關軟體、人力訓練之投資實屬重要，氣象基礎建設有其重要性，除了政府機關及社會應用，學術界與氣象跨域合作亦有	感謝委員對本計畫的審查與支持。 國家氣象業務的推動，涵蓋氣象資訊基礎建設、氣象科技研發、資訊系統建置、下游對政府與社會各界提供各式服務、防災應用與跨域合作等，兼具推升人民的生活質感、創造社會的經濟效益以及減少氣象災害損失、保障民眾生計安全等效益。本局透由本計畫之

	愈來愈多趨勢，是國家投資重要的切入點。	執行，除了全面提供契合政府與社會需求的氣象服務，也規劃和學術界與產業界合作，藉助學研界的研發能量，結合產業界資源共同提升氣象跨域應用價值。
	2. 科技部針對科技計畫審查著重於「創新」，建議可就空氣污染、綠能、災防、水資源及遊憩等指標進行思考，期能有機會結合民間力量打造智慧城市。	感謝委員對本計畫的審查與支持。計畫書已參照委員建議加強，相關說明詳見本計畫書第肆章第一節。本計畫所提報科技計畫部分，其重點即為「數位創新」，其中規劃建構之氣象跨域資訊作業平臺，可有效提供氣象資訊進行各式創新跨域應用，例如： ● 以巨量資料整合服務平臺，連結智慧城市，發展數位與智慧型的便民服務。 ● 運用氣象資料進行跨域物候研究，紀錄氣象對環境及物種影響，提供氣候變遷物種變化與調整等長期觀測數據，並發展結合地方文化與產業活動特色之氣象應用。 ● 運用機器學習及人工智慧技術，結合智慧聯網科技與氣象即時資訊，推升氣象加值產品之研製，提升氣象產業服務。 ● 運用人工智慧技術數位化歷史圖紙氣象資料，強化氣候變遷之觀測事實和科學論述。 ● 建構氣象應用服務於家計部門之經濟價值評估指標，評析觀光領域及公眾運輸領域之氣象跨領域應用經濟效益分析。 ● 利用深度學習模式，提升機房安全管理之告警與預警能力。 本計畫將依社會需求和國家政策指引，秉持「創新」精神，強化政府機關間、政府和產業以及社會各界的跨域應用，以提升氣象資訊的應用價值。
李委員雪津	1. 本計畫規劃自 111 年起始建置高速電腦，是否緩不濟急，建議可再檢視各項工作優先順序，以支持後續氣象智慧化相關服務發展。	感謝委員對本計畫的審查與支持。本局參照委員的意見，已將高速電腦的建置計畫由原訂 111 和 112 年分 2 年建置之規劃，修改為由 110 至 112 年分 3 年建置，並詳述於本計畫書之附錄一，以更有效支持後續氣象智慧化相關應用服務之發展。
	2. 在國際比較上，鄰近國家對於氣象硬體設備投入已領先我國，本計畫建議可設定趕上鄰近國家相關目標，或可符合科技部審查科技	感謝委員對本計畫的審查與支持。本局考慮國家財政經費、防災與社會需求，以及作業模式發展成熟度，於本計畫規劃下一代高速運算電腦之計算資源需達 10 PFlops，建置完成後計算能量約可和鄰近先進國家相當。本計畫「基礎資訊建設」工作項目編列屬公共建設計畫，氣象科技發展、智慧應用和資訊系統發

	計畫之「自我挑戰」項目。	展等則列屬科技計畫，本局將挑選科技計畫中具有創意與挑戰的工作項目列入科技部審查科技計畫之「自我挑戰」項目，以積極爭取科技計畫研究經費支持。
	3. 在跨域整合上，防災需求建議能列為短期工作努力達成。另氣象資訊屬供給型資訊，倘能在短時距提供精準正確資訊，將有助於跨域整合及公私協力，產出滿足民眾需要之服務，惟整體產業鏈上建議可適度劃分，氣象局可著重於氣象資訊之提供，資訊應用則交由業界思考，暫無需每個階段均面面俱到。	感謝委員對本計畫的審查與支持。本計畫中提升預報技術的相關研發，除了提供本局天氣與氣候預報需求之外，最重要的就是提供防災以及政府間跨域應用需求，如空氣品質、航空氣象、水資源、能源、健康等應用，此為計畫中最高的優先順序。對於社會整體產業鏈方面，本局自當致力於發展與提供精確的氣象預報資訊，並提供客製化的資料或資訊形式以供下游應用，但下游在其專業領域的應用則非本局之所擅長，可透由合作關係，協助下游單位依據其需求進行氣象資訊之加值應用。本局將以此合作模式，以收最大的跨域合作效益。
	4. 在智慧化服務上，應思考資訊型態應依資訊需求強度進行不同的設計，進而提出不同產品服務，以滿足各個使用族群需求。	感謝委員對本計畫的審查與支持。 在跨域與智慧化應用服務上，本局除致力於發展與提供精確的預報資訊之外，基於對氣象資料的專業認知，本局在進行跨域合作時，將與下游應用之間密切溝通與合作，協助如何正確詮釋氣象資訊的內涵、提供氣象資料使用的專業技術，或者提供客製化的資料或資訊形式供下游有效應用，以滿足各個使用族群對氣象資料或資訊應用的需求。
	5. 除高速電腦外，全國各地建置許多觀測設施，該等設施汰舊換新是否進行檢視並納入本計畫辦理，建議補充說明。	感謝委員對本計畫的審查與支持。有關本局氣象觀測設施，例如地面與高空觀測、雷達、衛星、海象觀測等均另有其他計畫支援，例如「氣象雷達災防預警技術提升計畫（108-113）」、「新發射氣象衛星資料之接收及其產品應用計畫（105~110）」、「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫（104-109）」等（詳見本計畫書附錄四）。本計畫為提升台灣地區對氣候變遷的監測，以提供氣候變遷研究以及國家對氣候變遷調適作為之應用，規劃更新蘭嶼、玉山、東吉島及彭佳嶼之氣候背景大氣觀測。另，為強化對空氣品質監測與預報之服務，本計畫規劃建置無人機觀測機制，以強化對大氣邊界層的觀測能力。

附件：簽到表

研商本部中央氣象局「氣象資訊之智慧應用計畫(草案)」
會議簽到表

一、會議時間：108 年 4 月 2 日(二)上午 9 時 30 分

二、會議地點：本部 1609 會議室

三、會議主持人：祁常務次長文中

四、出席單位及人員：

出席單位	出席人員	
	職稱	姓名
行政院 交通環境資源處	請假	
行政院 科技會報辦公室	提書面意見	
國家發展委員會	請假	
行政院主計總處	科員	黃玥珍
科技部	研究員	洪國棟

出席單位	出席人員	
	職稱	姓名
行政院李前顧問雪津	部外專家	李雪津
臺灣大學大氣科學系郭教授鴻基	部外專家	郭鴻基
本部民用航空局	組長 技正	[illegible] [illegible]
本部中央氣象局	局長 副局長 主任 主任 副主任 技正	葉天降 程家平 劉國隆 呂國臣 [illegible] [illegible]

<table>
<tr><td rowspan="2">出席單位</td><td colspan="2">出席人員</td></tr>
<tr><td>職稱</td><td>姓名</td></tr>
<tr><td>本部管理資訊中心</td><td>請假</td><td></td></tr>
<tr><td>本部科技顧問室</td><td>技正</td><td>鄭永明</td></tr>
<tr><td>本部會計處</td><td></td><td>陳惠琦
黃淑娟</td></tr>
<tr><td>本部航政司</td><td>專門委員
專門委員
技正</td><td>林肇政
陳孝吟
林倩宗</td></tr>
</table>

附錄六：經費資源分析

表 22、發展總經費分析表。

單位：千元

發展總經費分析表（含所有經費需求項目）							
分項名稱			109 年	110 年	111 年	112 年	合計
經常支出	資訊服務		19,839	116,190	110,266	137,476	383,771
	委辦及國內外學者		13,600	14,200	13,800	14,700	56,300
資本支出	硬體設備(含機械)		36,141	462,521	478,394	402,474	1,379,530
	軟體系統開發	國內學研	27,808	58,200	50,700	50,500	187,208
		國外單位	41,895	63,025	52,525	52,525	209,970
		資訊廠商	154,512	233,400	191,200	202,100	781,212
強化數位資訊基礎建設額外請增之科技預算	經常支出		0	93,840	89,840	118,550	302,230
	資本支出		0	404,000	439,500	373,500	1,217,000
氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新編列之科技預算	經常支出		33,439	36,550	34,226	33,626	137,841
	資本支出		260,356	413,146	333,319	334,099	1,340,920
經常支出總計			33,439	130,390	124,066	152,176	440,071
資本支出總計			260,356	817,146	772,819	707,599	2,557,920
總計			293,795	947,536	896,885	859,775	2,997,991

表 23、資訊服務資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	4339	4000	4500	4500	17339
深化在地氣象服務	339	500	500	500	1,839
擴大災害防救應用	0	0	0	0	0
提升多元跨域協作與經濟效益評析	4,000	3,500	4,000	4,000	15,500
促進智能創新應用-連結未來					
小計	10,000	106,190	100,266	127,476	343,932
打造氣象智能應用服務	4,000	4,850	4,200	2,700	15,750
建構數位創新服務環境	6,000	7,500	6,226	6,226	25,952
強化數位資訊基礎建設	0	93,840	89,840	118,550	302,230
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	5,500	6,000	5,500	5,500	22,500
提升定量氣象預報能力	2,000	2,300	2,000	2,000	8,300
精進無縫隙氣象預報技術	3,500	3,700	3,500	3,500	14,200
掌握氣候監測與預警能力	0	0	0	0	0
總計	19,839	116,190	110,266	137,476	383,771

表 24、委辦及國內外學者資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	1,200	1,200	1,200	1,200	4,800
深化在地氣象服務	0	0	0	0	0
擴大災害防救應用	1,200	1,200	1,200	1,200	4,800
提升多元跨域協作與經濟效益評析	0	0	0	0	0
促進智能創新應用-連結未來					
小計	2,600	2,500	2,000	3,000	10,100
打造氣象智能應用服務	2,600	2,500	2,000	3,000	10,100
建構數位創新服務環境	0	0	0	0	0
強化數位資訊基礎建設	0	0	0	0	0
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	9,800	10,500	10,600	10,500	41,400
提升定量氣象預報能力	0	0	0	0	0
精進無縫隙氣象預報技術	9,400	10,200	10,300	10,200	40,100
掌握氣候監測與預警能力	400	300	300	300	1,300
總計	13,600	14,200	13,800	14,700	56,300

表 25、硬體設備（含機械）資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	15,090	26,740	19,254	25,282	86,366
深化在地氣象服務	6,600	11,000	9,500	10,200	37,300
擴大災害防救應用	1,800	2,600	2,200	1,800	8,400
提升多元跨域協作與經濟效益評析	6,690	13,140	7,554	13,282	40,666
促進智能創新應用-連結未來					
小計	8,676	416,381	456,990	375,195	1,257,242
打造氣象智能應用服務	495	300	300	700	1,795
建構數位創新服務環境	8,181	12,081	17,190	995	38,447
強化數位資訊基礎建設	0	404,000	439,500	373,500	1,217,000
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	12,375	19,400	2,150	1,997	35,922
提升定量氣象預報能力	6,114	4,900	950	0	11,964
精進無縫隙氣象預報技術	2,189	8,000	1,200	1,997	13,386
掌握氣候監測與預警能力	4,072	6,500	0	0	10,572
總計	36,141	462,521	478,394	402,474	1,379,530

表 26、國內學研軟體系統開發資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	5,200	5,200	5,200	5,000	20,600
深化在地氣象服務	5,200	5,200	5,200	5,000	20,600
擴大災害防救應用	0	0	0	0	0
提升多元跨域協作與經濟效益評析	0	0	0	0	0
促進智能創新應用-連結未來					
小計	2,046	5,500	3,000	3,000	13,546
打造氣象智能應用服務	2,046	5,500	3,000	3,000	13,546
建構數位創新服務環境	0	0	0	0	0
強化數位資訊基礎建設	0	0	0	0	0
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	20,562	47,500	42,500	42,500	153,062
提升定量氣象預報能力	0	11,000	8,500	8,500	28,000
精進無縫隙氣象預報技術	13,047	24,700	22,200	22,200	82,147
掌握氣候監測與預警能力	7,515	11,800	11,800	11,800	42,915
總計	27,808	58,200	50,700	50,500	187,208

表 27、國外單位軟體系統開發資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	7,000	11,250	11,250	11,250	40,750
深化在地氣象服務	7,000	11,250	11,250	11,250	40,750
擴大災害防救應用	0	0	0	0	0
提升多元跨域協作與經濟效益評析	0	0	0	0	0
促進智能創新應用-連結未來					
小計	2,779	3,750	3,750	3,750	14,029
打造氣象智能應用服務	2,779	3,750	3,750	3,750	14,029
建構數位創新服務環境	0	0	0	0	0
強化數位資訊基礎建設	0	0	0	0	0
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	32,116	48,025	37,525	37,525	155,191
提升定量氣象預報能力	15,500	21,000	13,500	13,500	63,500
精進無縫隙氣象預報技術	12,541	21,525	18,525	18,525	71,116
掌握氣候監測與預警能力	4,075	5,500	5,500	5,500	20,575
總計	41,895	63,025	52,525	52,525	209,970

表 28、資訊廠商軟體系統開發資源分析表。

單位：千元

工作名稱	109 年	110 年	111 年	112 年	合計
深化氣象多元服務-連結在地					
小計	57,370	86,500	70,100	73,500	287,470
深化在地氣象服務	9,100	13,600	11,200	10,600	44,500
擴大災害防救應用	7,000	8,900	8,900	8,900	33,700
提升多元跨域協作與經濟效益評析	41,270	64,000	50,000	54,000	209,270
促進智能創新應用-連結未來					
小計	24,700	39,400	29,600	33,100	126,800
打造氣象智能應用服務	12,900	17,300	15,800	17,800	63,800
建構數位創新服務環境	11,800	22,100	13,800	15,300	63,000
強化數位資訊基礎建設	0	0	0	0	0
拓展氣象前瞻技術-連結國際					
小計	72,442	107,500	91,500	95,500	366,942
提升定量氣象預報能力	18,800	25,500	21,000	21,000	86,300
精進無縫隙氣象預報技術	38,732	60,700	49,200	53,200	201,832
掌握氣候監測與預警能力	14,910	21,300	21,300	21,300	78,810
總計	154,512	233,400	191,200	202,100	781,212

附錄七：本計畫硬體設備採購規劃

本計畫「強化數位資訊基礎建設」工作項目硬體設備之採購規劃細項如下。

「強化數位資訊基礎建設」工作項目 109 年度硬體設備採購說明

項目	經費(千元)	說明
擴充與更新網路設備	0	因應數值預報與資料中心發展所增加之大量網路需求、提升網路監測告警與預警能力及健全南區異地備援網路作業環境，本年度工作為後續建置之前期規劃。
擴充研發用之叢集電腦及採購高速運算電腦	0	完成高速運算電腦購案所需之調查、規劃以及採購文件和相關程序。
擴充大量資料儲存系統	0	進行大量資料儲存與異地備援規劃分析與需求預測機制。

「強化數位資訊基礎建設」工作項目 110 年度硬體設備採購說明

項目	經費(千元)	說明
擴充與更新網路設備	52,000	1. 因應數值預報與資料中心發展所增加之大量網路需求、提升網路監測告警與預警能力及健全南區異地備援網路作業環境，規劃採購： a. 擴增建置虛擬平臺與容器安全等新技術之安全防護，約 850 萬。 b. 擴增建置即時視訊直播通訊備援基礎網路架構與增購授權，約 1,000 萬。 c. 擴增建置局本部(北區)與南區氣象中心(南區)成為聯合作業中心之相關設備，約 1,150 萬。 2. 提升局屬作業骨幹網路以及本局對外網路頻寬，以提高整合通訊網路環境之效能，規劃連外或局屬網路頻寬升級，預算約 2,200 萬元。
擴充研發用之叢集電腦及採購高速運算電腦	360,000	1. 為支援新一代高解析度數值天氣預報研發與作業，分 3 期建置次世代高速電腦，本年度為第 1 期 3 億元。 2. 為維運本局目前數值天氣預報作業與研發使用之超級電腦，規劃編列現行作業之 FX 高速運算電腦維護費 3,500 萬元。 3. 為提供數值模式研發需求，編列國網中心高速電腦使用費 2,500 萬元。
擴充大量資料儲存系統	11,840	1. 為優化大量資料儲存系統存取效能，並建立資料異地備份儲存空間，以因應資料及作業備援的需求，規劃於南區建立資料異地備份儲存空間，約 500 萬元。 2. 擴增大量資料儲存空間，採購磁帶，約 684 萬元。
更新機電設備	74,000	為維持安全穩定、高可用性的機電環境，建置機房冰水系統，強化空調備援機制及強化基礎設施管理功能，集中監控管理不同實體區域之機房環境設施，規劃採購： a. 機房電力改善第 1 期工程，約 4,600 萬元。 b. 建置機房冰水系統，約 2,000 萬。 c. 強化基礎設施管理功能，約 300 萬元。 d. 資料中心環境設施維護費，包含電力設備、空調設備、消防設備、環控系統，約 500 萬元。

「強化數位資訊基礎建設」工作項目 111 年度硬體設備採購說明

項目	經費(千元)	說明
擴充與更新網路設備	47,000	1. 因應數值預報與資料中心發展所增加之大量網路需求、提升網路監測告警與預警能力及健全南區異地備援網路作業環境，規劃採購： a. 擴增建置雲端平臺(私有、公有及混合)等新技術之安全防護，約 550 萬。 b. 擴增建置雲端災防資料通訊網聯，約 700 萬。 c. 擴充南區氣象中心(南區)及局屬測站之硬體式頻寬加速設備，約 450 萬。 d. 全局網路設備監控與管理平台主機汰換與增購授權，約 800 萬元。 2. 提升局屬作業骨幹網路以及本局對外網路頻寬，以提高整合通訊網路環境之效能，規劃連外或局屬網路頻寬升級，約 2,200 萬元。
擴充研發用之叢集電腦及採購高速運算電腦	456,000	1. 為支援新一代高解析度數值天氣預報研發與作業，分 3 期建置次世代高速電腦，本年度為第 2 期 4 億元。 2. 為維運本局目前數值天氣預報作業與研發使用之超級電腦，規劃編列高速運算電腦維護費 5,600 萬元。
擴充大量資料儲存系統	14,340	1. 為優化大量資料儲存系統存取效能，並建立資料異地備份儲存空間，以因應資料及作業備援的需求，規劃擴充大量資料儲存系統磁帶櫃 5 櫃，約 750 萬元。 2. 擴增大量資料儲存空間，採購磁帶，約 684 萬元。
更新機電設備	12,000	為維持安全穩定、高可用性的機電環境，規劃採購： a. 機房電力改善第 2 期工程，約 700 萬元。 b. 資訊中心環境設施維護費，包含電力設備、空調設備、消防設備、環控系統，約 500 萬元。

「強化數位資訊基礎建設」工作項目 112 年度硬體設備採購說明

項目	經費(千元)	說明
擴充與更新網路設備	60,500	1. 因應數值預報與資料中心發展所增加之大量網路需求、提升網路監測告警與預警能力及健全南區異地備援網路作業環境，規劃採購： a. 擴增建置物聯網等新型態應用之安全防護，約 750 萬。 b. 汰換局本部(北區)及南區氣象中心(南區)之遠端連線系統(含軟體硬)，約 850 萬。 c. 擴充現有核心交換器，以因應網路作業流量擴增，約計 1,150萬元。 d. 南區異地備援作業中心重新規畫和更新作業環境，約 800 萬元。 2. 提升局屬作業骨幹網路以及本局對外網路頻寬，以提高整合通訊網路環境之效能，規劃連外或局屬網路頻寬升級，預算約 2,500 萬元。
擴充研發用之叢集電腦及採購高速運算電腦	380,000	1. 為支援新一代高解析度數值天氣預報研發與作業，分 3 期建置次世代高速電腦，本年度為第 3 期 3 億元。 2. 為維運本局目前數值天氣預報作業與研發使用之超級電腦，規劃編列高速運算電腦維護費 8,000 萬元。
擴充大量資料儲存系統	16,550	1. 為優化大量資料儲存系統存取效能，並建立資料異地備份儲存空間，以因應資料及作業備援的需求，升級大量資料儲存系統讀寫頭約 800 萬元。 2. 擴增大量資料儲存空間，採購磁帶，約 855 萬元。
更新機電設備	35,000	為維持安全穩定、高可用性的機電環境，規劃採購： a. 機房電力改善第 3 期工程，約 3,000 萬元。 b. 資訊中心環境設施維護費，包含電力設備、空調設備、消防設備、環控系統，約 500 萬元。

本計畫在「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」科技預算支援下硬體設備之採購規劃細項如下。

「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」各工作項目

109 年度硬體設備需求說明

項目	經費(千元)	說明
深化在地氣象服務	6,600	經驗導向互動式網頁研發 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 高解析度衛星資料研發 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● 磁碟陣列機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，550 千元，硬碟 35 TB，550 千元
擴大災害防救應用	1,800	新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 客製化氣象資訊聚合服務系統作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統，400 千元
提升多元跨域協作與經濟效益評析	6,690	跨域應用平台作業 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 建立 T-Road 資料交換作業環境 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元*2 ● Switch 10 Gbps 24 port，490 千元
打造氣象智能	495	建置氣象史料跨域重現資訊系統 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二

應用服務		顆)+384GB 記憶體+300GB HDD*12+RHEL 作業系統，495 千元
建構數位創新服務環境	8,181	打造巨量資料整合服務平台 ● EMC isilon XL Series 1 node， 4,081 千元 ● 擴充硬碟 200TB，2,300 千元 建置氣象局數位導覽平台 ● 互動展示服務感應裝置，400 千元 物聯網周邊設備、數位門禁周邊設備 ● RFID 直立式偵測閘門、RFID 標籤列印機、RFID 手持式盤點機、RFID 抗金屬標籤、RFID 非抗金屬標籤、生物特徵辨識設備，1,400 千元
提升定時、定點、定量氣象預報能力	6,114	強化颱風預報作業輔助系統 ● nVidia V100 GPU 處理單元，500 千元 ● 擴充 16GB 記憶體*12，134 千元 強化精緻化預報作業系統 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統 2 套，1,400 千元。 強化預報決策輔助工具 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統 2 套，1,400 千元。 ● 陣列儲存系統 200 TB，2,300 千元。 ● 直立式高階 2 路繪圖工作站(Intel Xeon Silver 系列 8 核心 2.1GHz 二顆)4 台，380 千元。
精進無縫隙氣象預報技術	2,189	強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 超融合計算平台 1 個節點＋2.4 TB HDD*6，2,189 千元
掌握氣候監測與預警能力	4,072	活化在地氣象資訊應用 ● 大氣輻射觀測設備 2 套，2,280 千元 ● 無人機含觀測設備 2 套，1,000 千元 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*5+RHEL 作業系統 2 套，792 千元

「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」各工作項目

110 年度硬體設備需求說明

項目	經費(千元)	說明
深化在地氣象服務	11,000	經驗導向互動式網頁研發 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 擴充高解析度衛星資料作業磁碟陣列，200 TB，2,300 千元 網格化海溫及海洋表面流資料分析系統研發 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統，350 千元 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，550 千元 ● 硬碟 200TB，2,300 千元
擴大災害防救應用	2,600	新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，650 千元 客製化氣象資訊聚合服務系統作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，550 千元
提升多元跨域協作與經濟效益評析	13,140	精進多元氣象開放協作環境 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，540 千元 ● 擴充硬碟 200TB，2,300 千元

		氣象隨選服務作業平台 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元*3 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，550 千元 跨域應用平台作業 ● 機架式 FC to SAS 12Bay 最大可擴充 240Bay 磁碟陣列儲存系統，550 千元 ● 擴充硬碟 200TB，2,300 千元
打造氣象智能應用服務	300	人工智慧與智慧學習發展模式加值產品研發 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+128GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統，300 千元
建構數位創新服務環境	12,081	打造巨量資料整合服務平台 ● 擴充硬碟 400TB，4,600 千元 ● nVidia DGX-1 GPU 伺服器，3,000 千元 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統，350 千元*2 建置本局雲端應用服務平台 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統，400 千元*2 ● 建立智慧型數值作業中心 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元*2 物聯網周邊設備、數位門禁周邊設備 ● RFID 直立式偵測閘門、RFID 標籤列印機、RFID 手持式盤點機、RFID 抗金屬標籤、RFID 非抗金屬標籤、生物特徵辨識設備，1,591 千元
提升定時、定點、定量氣象預報能力	4,900	強化颱風預報作業輔助系統 ● nVidia V100 GPU 處理單元，500 千元 強化精緻化預報作業系統 ● 陣列儲存系統 25TB，450 千元。 強化預報決策輔助工具 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二

		顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統 2 套，1,400 千元。 ● 陣列儲存系統 200TB，2,300 千元。 ● 直立式高階 2 路繪圖工作站(Intel Xeon Silver 系列 8 核心 2.1GHz 二顆)3 台，250 千元。
精進無縫隙氣象預報技術	8,000	改進全球天氣與氣候預報模式系統 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統 2 台，800 千元 ● 陣列儲存系統 140 TB，1,708 千元 強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 超融合計算平台 3 個節點，5,121 千元 ● nVidia GPU 處理器，371 千元
掌握氣候監測與預警能力	6,500	活化在地氣象資訊應用 ● 無人機含觀測設備 4 套，2,000 千元 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統 2 套，800 千元 ● 陣列儲存系統 90 TB，1,200 千元 發展季內至季節尺度預報 ● 虛擬計算平台 1 個節點(高階伺服器+vSphere*2+NSX*2)，1,500 千元 ● 陣列儲存系統 70TB，1,000 千元

「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」各工作項目

111 年度硬體設備需求說明

項目	經費(千元)	說明
深化在地氣象服務	9,500	經驗導向互動式網頁作業與備援 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統*2，1,400 千元 高解析度衛星資料作業 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體*4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● 擴充高解析度衛星資料作業磁碟陣列，200 TB，2,300 千元 擴充網格化海溫及海洋表面流資料分析系統磁碟陣列硬碟 70 TB，1,000 千元
擴大災害防救應用	2,200	新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 客製化氣象資訊聚合服務系統作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 擴充儲存系統 50 TB，800 千元
提升多元跨域協作與經濟效益評析	7,554	跨域應用平台作業 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體*4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● nVidia DGX-1 GPU 伺服器，2,754 千元
打造氣象智能應用服務	300	建置氣象史料跨域重現資訊系統 ● 擴充硬碟 HDD SAS 12G 2.4TB 10k，10 顆，300 千元
建構數位創新服務環境	17,190	打造巨量資料整合服務平台 ● 超融合計算平台 3 個節點，5,200 千元 ● Nutanix 超融合運算平台管理軟體主程式，2,800 千元 ● Nutanix 超融合運算平台管理軟體擴充套件，1,200 千元 ● Switch 10 Gbps 24 port，500 千元 建立智慧型數值作業中心

		● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 多元展示系統之主機、擴充智慧型數值作業中心之監控平台主機、智慧便民雲端服務平台主機、資訊設備物聯網主機 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統，400 千元*5 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，690 千元
提升定時、定點、定量氣象預報能力	950	強化颱風預報作業輔助系統 ● nVidia V100 GPU 處理單元，500 千元 強化精緻化預報作業系統 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB HDD*12+RHEL 作業系統，450 千元。
精進無縫隙氣象預報技術	1,200	發展 2 至 4 週動力統計預報 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+128GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統 2 台，600 千元 改進全球天氣與氣候預報模式系統 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+128GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統 2 台，600 千元
掌握氣候監測與預警能力	0	無硬體設備費

「氣象資訊之智慧應用服務計畫（II）-數位創新」各工作項目

112 年度硬體設備需求說明

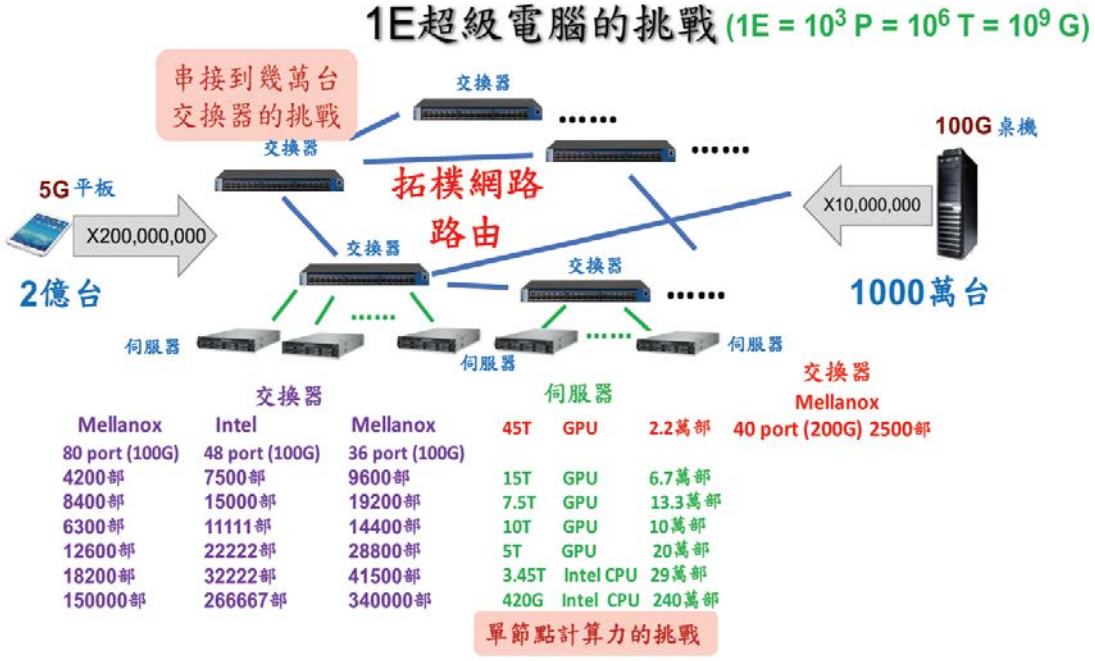
項目	經費(千元)	說明
深化在地氣象服務	10,200	高解析度衛星資料備援 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 網格化海溫及海洋表面流資料分析系統作業 ● 虛擬計算平台 4 個節點(2U4N 伺服器 Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體 *4+vSphere*8+NSX*8，4,800 千元 ● 擴充網格化海溫及海洋表面流資料分析系統磁碟陣列，硬碟 40TB，600 千元
擴大災害防救應用	1,800	新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）作業 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元 ● 擴充儲存系統 80 TB，1,100 千元
提升多元跨域協作與經濟效益評析	13,282	精進多元氣象開放協作環境 ● 超融合計算平台 3 個節點，5,200 千元 ● Nutanix 超融合運算平台管理軟體主程式，2,800 千元 ● Nutanix 超融合運算平台管理軟體擴充套件，1,092 千元 氣象隨選服務作業平台 ● 高階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 18 核心 3GHz 二顆)+256GB 記憶體+300GB SSD*2+RHEL 作業系統，700 千元*2 ● Switch 10 Gbps 24 port，490 千元 ● 擴充硬碟 200TB，2,300 千元
打造氣象智能應用服務	700	人工智慧與智慧學習發展模式加值產品研發 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+128GB 記憶體+300GB HDD*4+RHEL 作業系統，300 千元 ● 擴充硬碟 HDD SAS 12G 2.4TB 10k，13 顆，400 千元
建構數位創新服務環境	995	建置本局雲端應用服務平台 ● 中階伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)+192GB 記憶體+300GB HDD*6+RHEL 作業系統，400 千元*2 建立智慧型數值作業中心 ● 2U 機架式中階 2 路伺服器(Intel Xeon Gold 系列 12 核心 2.3GHz 二顆)，195 千元

提升定時、定點、定量氣象預報能力	0	無硬體設備費
精進無縫隙氣象預報技術	1,997	強化區域數值預報系統與數值天氣預報作業自動化 ● 超融合計算平台 1 個節點，1,997 千元
掌握氣候監測與預警能力	0	無硬體設備費

附錄八：高速運算電腦近年的突破性研究成果與發展挑戰（成功大學 超級電腦計算研究中心 黃吉川教授提供文稿，中央氣象局編修）

一 、前言：高速運算電腦的簡介

近期高速運算電腦是由大量的伺服器（或計算節點）與內部連結網路（交換器）相互串接而成，其系統之計算由伺服器負責，伺服器及伺服器間之計算資料的交換由交換器負責（請參考下圖：1E 高速運算電腦的挑戰）。所以計算效能的改善分成兩大部分，首先是單一伺服器之計算力提升，其次更重要的是加快交換器溝通速度，當伺服器及交換器的規格確定後，所有科學軟體的計算效率，就取決於交換器與交換器間所串接的拓樸及路由規範，是否能以最短的跳接步數及較多的替代路徑，來完成軟體在平行運算時所需的資訊交通流量。目前市面上最普遍的高速運算電腦，是以交換器串接伺服器的叢集式電腦，以兩層或是三層胖樹（fat tree）及其路由規劃而成。而 Cray、IBM、富士通等高速運算電腦公司則以其自家生產之交換晶片來直接連接 CPU，其交換晶片再以 3D 環、5D 環及 6D 環的拓樸相互串接，並以特定的路由來負責其計算資料的溝通。



胖樹系統其最大規模受層數限制，且其 non-blocking 之設定（向上與向下之頻寬一致），會致使所有系統的串接線路一一分配給專屬配對的伺服器，也因此對於實際計算

時，會遇上資訊封包大大小小且伺服器間溝通對象不斷變動，而使其計算效率受到限制。

另一方面，ND 環即 Cray、IBM、富士通等公司之產品，其系統可無限擴張其規模，但規模越大資訊跳接的步數跟著變大，而且對切（bisection）頻寬會隨著維度的增加而急遽地變小，所以當計算時全系統中的兩大分部（即所有的伺服器分成兩大部分）需要同步做資訊溝通時，就容易發生塞車現象。以上兩種原因致使 ND 環的產品，難以做大系統的計算。

二 、新代高速運算電腦拓樸與路由

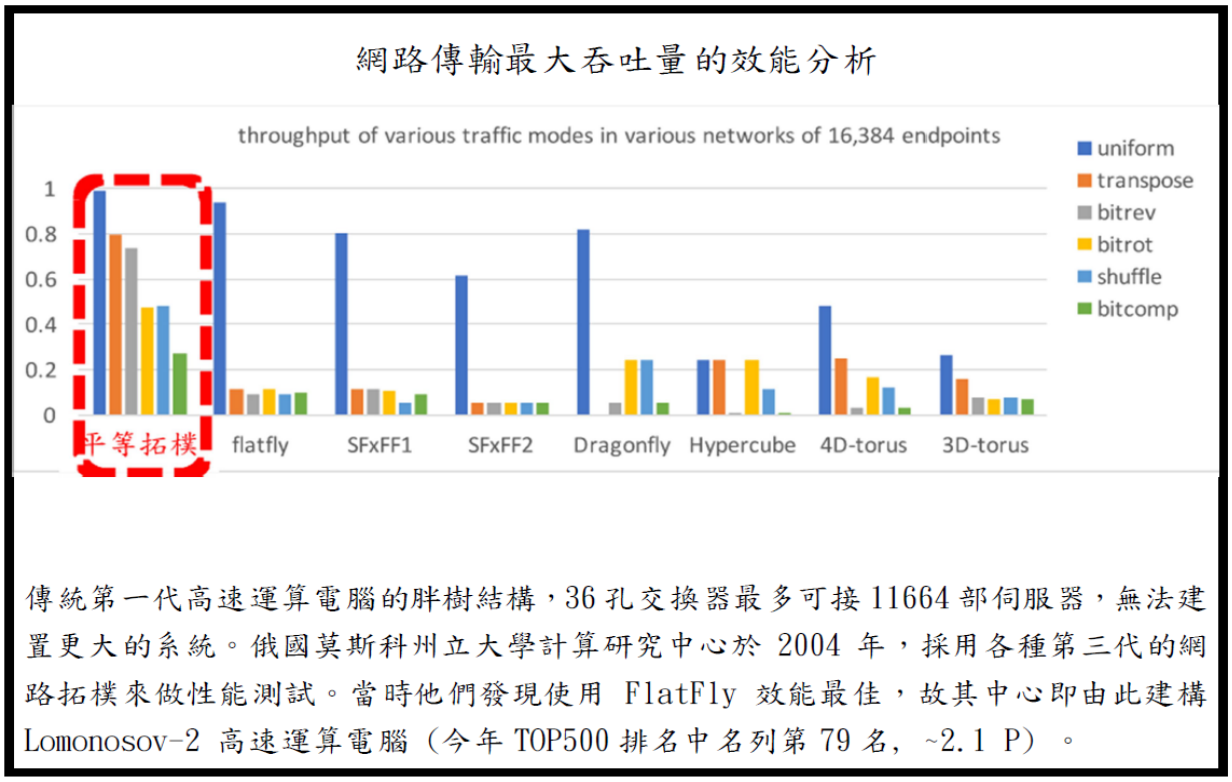
為了新世代高速運算電腦發展，有很多新的拓樸被提出，如 Cray 公司所提出的 Dragonfly（前 500 大高速運算電腦已建 46 座），及 slimfly、flat butterfly 等。103 年俄國的 Moscow state university 的計算研究中心為了建置比胖樹規模大，且計算效率好的新一代拓樸。其以相同的交換器及伺服器數為標準，來模擬各個拓樸的網路交通效能，最後他們認為 flat butterfly 的效率最好，並如此建立世界排名第 79 的高速運算電腦。

三、平等拓樸的網路及路由效能

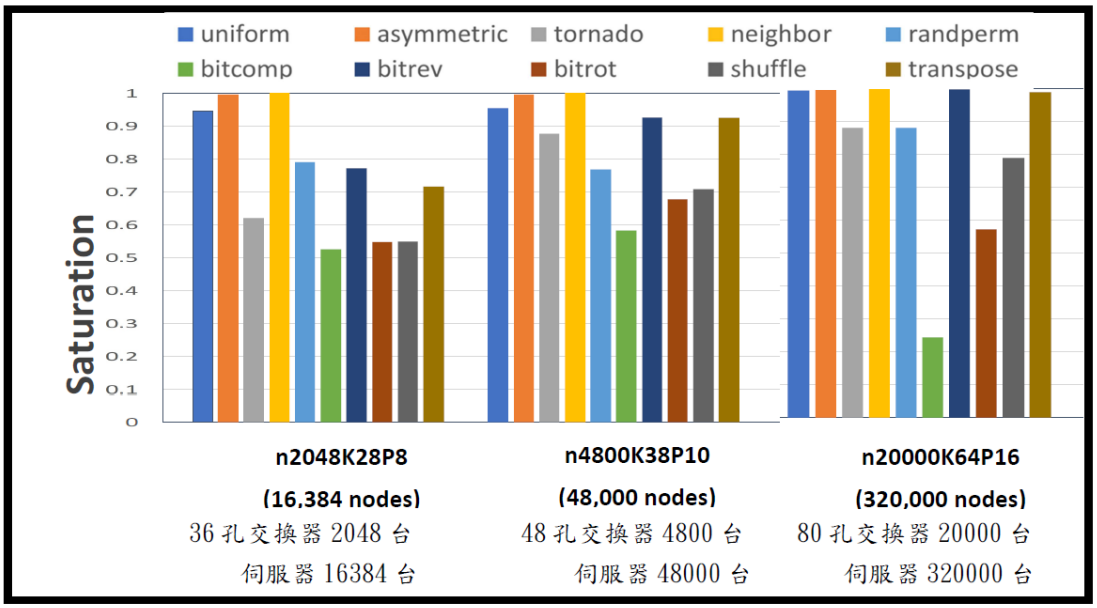
103 年黃吉川教授團隊即開始開發設計一系列的拓樸及路由，尤其是最近發展平等拓樸，可針對任何孔數的交換器做各種特定大小規格的設計建置。其效率勝出兩層及三層胖樹之結果：

1. Beyond The Performance of Three-Tier Fat-Tree: Equality Topology with Low Diameter（獲最佳會議論文獎, IS3C 2018）
2. Exceeding the network performance of two-tier Fat-Tree with Equality（已接受, FICC March, 2019 in San Francisco, US）]

更進一步，平等拓樸和其他新興拓樸的網路效能，由下圖所示:



由圖所示，平等拓樸之網路效率超越目前新一代的新興拓樸。對於 1E 等級的高速運算電腦，平等拓樸亦展現相同的高效率網路溝通能力，如下圖所示，所以單一伺服器的計算力由 3.45T（單純 CPU）～30T（CPU+GPU），平等拓樸均能依需要串接出 1E 等級以上高速運算電腦（成果撰寫中，Equality: A flexible topology system ready for high performance exascale computing. 預計投稿 2019 年德國法蘭克福 SC19）。

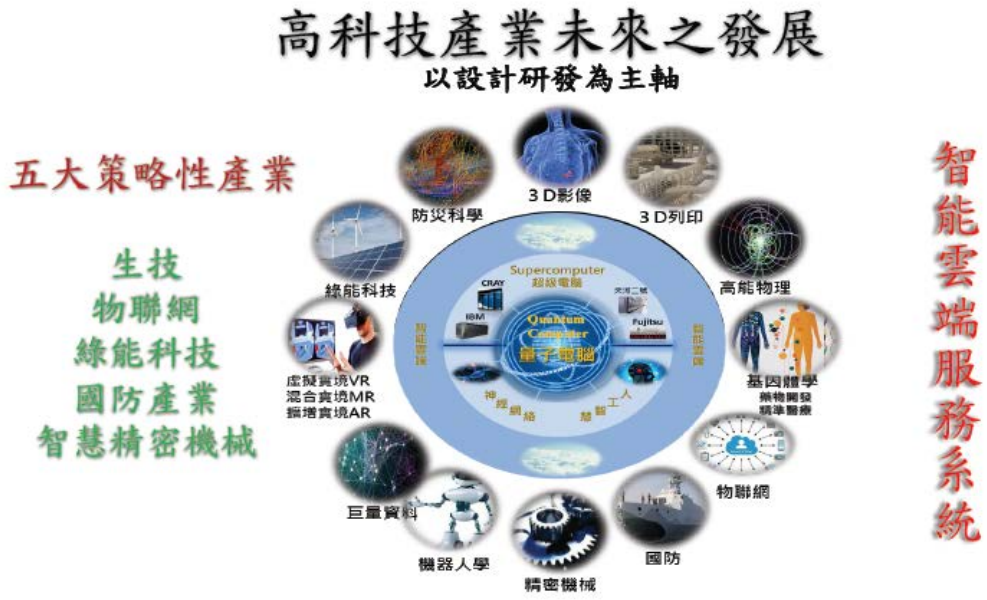


四、已申請之專利

- **適用平行運算的無交換器網路建構系統及方法**（美國 US9584401B2，中國已通過待領證）
- **網路拓樸系統及方法**（臺灣 TW1544766，美國 US10193757B2，中國申請中）
- **網路拓樸系統及其拓樸建立方法**（韓國 10-194219,申請中(臺灣，美國，中國，日本，歐盟)）

五、高速運算電腦發展之策略與展望

綜上所論，以平等拓樸及其相應之路由可以取代全球市面上所採用的胖樹、ND 環、dragonfly、flat butterfly。此種高速運算電腦之核心內部網連技術實為國家戰略產業，有必要在我國建立起足夠規模相應的硬體建置實例，並可輸出到全球各地做為 1E 高速運算電腦的拓樸架構，除了商業效益外，亦是一個國家科技實力的展現，也可帶動我國在各領域軟體設計研發產業上的發展。



我國是伺服器生產大國，高階交換器大廠 Mellanox 則在以色列。一般而言，交換器有兩大系統，一為乙太網路，一為 Infiniband。臺灣智邦、D-link 只能做乙太網路，其頻寬最高做到 100G 之 32 孔交換器，但其跨交換器傳輸的速度則低於 Infiniband 10 倍以上。故臺灣廠商採用乙太網路，可做中小型雲端中心及 IoT，但無法跨入高階雲端及高速運算電腦事業。

高速運算電腦是國家戰略產業，全球只有美、中、及日本能自主研發設計。因其涉及國防、國安及所有尖端科技的研發，如氣象、能源、半導體、量子電腦設計。故美國早在 105 年起，即對中國禁運高速運算電腦技術。黃教授團隊在高速運算電腦上的拓撲及路由的發明，已突破現有技術的瓶頸。其應用可由幾百台到幾十萬台伺服器的串接，均可維持極佳的運算效率（而這是目前胖樹及其他拓樸做不到之處）。各國想建立 IE 等級的高速運算電腦，非用此技術不可。為推廣此技術，團隊成員已到國安局、中科院、國發會、中研院、國網中心及國內各伺服器大廠演講。若無國家在初期大力支持，日後此技術只能賣斷國外大廠。有高速運算電腦才能設計高性能戰機、潛艦，反之，只有軍事工業則不一定能發展高速運算電腦（如俄國、歐盟）。

以目前國網中心新建置之臺灣杉二號而言，其胖樹系統在第三層已缺乏完整架構，致使效率受限。同類型系統在美國通常會建立完整三層胖樹系統，且驗收需做 HPLinpack（解稠密矩陣）及 HPCG（解稀疏矩陣，大部分的工程計算軟體所使用之數學模型）。而採用大量 GPU，其功能較適做人工智慧或影像處理等分散式計算需求的服務，針對高速運算電腦尚有超大型工程科學計算之需求仍為應考慮的重要目標，缺少工程科學型計算的考量，將對我國急迫需要的科學型計算資源，形成嚴重挑戰。使用 GPU 做單機運算人工智慧軟體，跨機運算仍須大力開發，目前考慮 GPU 架構優化的工程科學計算軟體，真正能跨機計算的全球只六套左右（這是 GPU 架構最大的限制），流體力學計算（飛機空氣動力學分析）可自由使用，而結構力學（飛機材料強度分析），或其他編譯 GPU 軟體（如 open-ACC）則須付費使用。以超電中心而言，建議宜先完成此類型指標型計算設備，有此計算能量後才進行分散式服務。這可說是目前臺灣產官學最缺乏，而急需補強之能力。否則都只是替國外大廠代理經銷。發展高速運算電腦事業須硬體、軟體、演算法整合規劃營運，這是目前臺灣產業轉型的最大挑戰。

高速運算電腦需仰賴高級交換器中之內部連結網路拓撲、路由規劃。其角色如生產體系中的通路商，其應用更涉及幾十萬套自由軟體之服務，因在大系統整合及軟體服務上，我國長期缺乏產官學投入資源，故我國各大伺服器生產廠商無法轉型成為像 HP、Dell、IBM、CRAY、富士通等公司擁有之全系統整合能力。而國內外大型超電及雲端中心標案，大多由以色列廠在交換器端操控，國內廠商只能受限於伺服器端供貨，以致整個利潤都僅只分配到微薄代工費。系統整合及軟體服務價值都操控在外商手上。歐洲無台積電、聯發科、日月光、廣達、技嘉等硬體廠，也無交換器廠，但他們購買超電後，即大量投資在軟體開發服務，因此能成就捷運、汽車、高鐵、飛機、軍事科技與各高科技產業的設計及研發產業。

全球超電及雲端事業每年有近千億美金的營業額，此核心技術若能掌握在我國，則

可完整化臺灣的ICT產業(即底層的台積電及聯發科的晶片設計與製造,中層的伺服器，到高端的高速運算電腦)，而臺灣也將能培育如 IBM、CRAY、富士通、HP、Dell 等大型系統整合廠商。進而帶動我國在設計研發上的產業轉型。

附錄九：中英名詞對照表

英文縮寫	英文名稱	中文名稱
5G	5th generation mobile networks	第五代行動通訊技術
AERONET	Aerosol Robotic Network	地面氣溶膠自動觀測網
AI	Artificial Intelligence	人工智慧
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	亞太經合組織
API	Application Programming Interface；	應用程式介面
App	APPlication	應用程式
AWIPS II	Advanced Weather Interactive Processing System II	第二代先進交談式天氣處理系統
BSRN	Baseline Surface Radiation Network	地面輻射基準觀測網
BUFR	Binary Universal Form for the Representation	氣象數據二進位格式
DSB	Double Sideband Modulation	雙邊帶調節
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts	歐洲中期天氣預報中心
EOS	Earth Observing System	地球觀測系統
EUMETSAT	The European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites	歐洲氣象衛星應用組織
FV3	Finite Volume Cubed-Sphere Dynamical Core	立方球有限體積動力核心
GFCS	Global Framework for Climate Services	全球氣候服務框架
GFDL	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	地球物理流體動力學實驗室
GFS	Global Forecast System	全球模式預報系統
GIS	Geographic Information System	地理資訊系統
GSI	Gridpoint Statistical Interpolation	格點統計內插
ICT	Information and Communication Technology	資訊與通信科技
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	聯合國政府間氣候變遷委員會

英文縮寫	英文名稱	中文名稱
MOM5	Version 5 of Modular Ocean Model	模組化海洋模式第五版
MTG	Meteosat Third Generation	第三代地球同步衛星系列計畫
NCAR	National Center for Atmospheric Research	美國國家大氣研究中心
NCEP	National Centers for Environmental Prediction	美國國家環境預測中心
New-WCE	NEW Weather Contour Editor	新一代天氣圖編輯系統
NIST	National Institute of Standards and Technology	國家標準技術中心
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	美國國家海洋暨大氣總署
NSF	National Science Foundation	國家科學基金會
NWS	National Weather Service	美國國家氣象局
OSTP	Office of Science and Technology Policy	白宮科技政策辦公室
PWS	Public Warning System	公眾預警推播系統
QPESUMS	Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors	劇烈天氣監測系統
RSS	Really Simple Syndication	簡易資訊聚合
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	2 數據採集與監控系統
Suomi NPP	The Suomi National Polar-orbiting Partnership	Suomi 國家繞極軌道夥伴衛星
TCCIP	Taiwan Climate Change Projection and Information Platform	臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置
UI/UX	User Interface /experience	使用者介面/經驗
UPS	Uninterruptible Power System	不斷電系統
VR	Virtual Reality	虛擬實境
WMO	World Meteorological Organization	世界氣象組織
WWW	World Wide Web	全球資訊網